



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Ardi Kaaristo**

**TOITAINETE BILANSS VILJELUSVÕISTLUSE TALIRAPSI JA HERNE  
PÕLDUDEL**

NUTRIENT BALANCE OF WINTER OILSEED RAPE AND PEA YIELD ENHANCEMENT  
COMPETITION FIELDS

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: PhD Endla Reintam

Tartu 2017

|  |  |   |            |
|--|--|---|------------|
| Eesti Maaülikool   |  | Bakalaureusetöö lühikokkuvõte                           |            |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 51014   |  |   |            |
| Autor: Ardi Kaaristo   |  | Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine |            |
| Pealkiri: Toitainete bilanss viljelusvõistluse talirapsi ja herne põldudel   |  |   |            |
| Lehekülgi: 49  | Jooniseid: 16                                  | Tabeleid: 4   | Lisasid: 0 |
| Osakond:   | Mullateaduse ja agrokeemia osakond             |   |            |
| Uurimisvaldkond:   | B410 Mullateadus, põllumajanduslik hüdroloogia |   |            |
| Juhendaja(d):  | PhD Endla Reintam                              |   |            |
| Kaitsmiskoht ja aasta:   | Tartu, 2017                                    |   |            |
| <p>Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli arvutada toitainete üldbilansid 2016. aasta talirapsi ja herne viljelusvõistluste põldudel.</p> <p>Töö tegemiseks algandmed saadi MTÜ Viljelusvõistlus juhi Margus Ameerikase käest. Algandmeteks oli võistlejate ettevõtted, valitud kultuuri sort, saagikus, kvaliteedinäitajad, väetusskeemid, kasumlikkus ja koht üldarvestuses. Algandmeid kasutades saadi välja arvutada põhitoiteelementide N,P,K üldbilansid kahel viisil. Esimesel viisil, kui põhk jääb põllule peale saagi koristust. Ja teisel viisil toitainete üldbilanss kui põhk koristatakse põllult.</p> <p>Talirapsi ja põldherne üldbilansi tulemustest selgus, et põhu põllule jätmine oli oluliseks teguriks mulla viljakuse parandamisel. Samuti oli oluline õige kogus väetist anda sest piisav kogus taimetoiteelemente kompenseeris saagiga eemaldatava toitainete kao. Suurima saagi sai rapsikasvatajatest Männiku Piim OÜ. Väetist anti põllule N201 kg/ha, P 13 kg/ha ja K 13 kg/ha. Kuid suurim saak ei olnud kõige kvaliteetsem. Kvaliteedinäitajate poolest oli parim Kõo Agro OÜ, kes andis NPK väetist vastavalt 151 kg/ha 60 kg/ha ja 100 kg/ha. Mida suurem oli väetiste annus, seda kvaliteetsemad saagid saadi. Bilansi tulemustest selgus, et nii õige väetamine kui ka põhk on olulisteks teguriteks toitainete üldbilansi kujunemisel. Suurte saakidega eemaldati küll palju taimetoiteelemente, kuid suure saagiga kaasneb ka suur kogus põhku, mis mullale toitaineid tagastab.</p> |  |   |            |

Hernesaagikuselt parim oli Helgi ja Pojad OÜ, kes oma 6,6 tonnise hektari saagiga olid teistest tunduvalt üle. Ettevõtte andis lämmastikku 36 kg/ha, fosforit 7kg/ha ja kaaliumi 101 kg/ha. Võib oletada, et kõrge hernaak tulenes teistest tunduvalt rohkem antud lämmastik ja kaaliumväetisest. Toitainete bilansitulemustest oli kõige parem ettevõtte HTM Grupp OÜ. Ettevõtte väetisenormid ei olnud küll nii suured kui Helgi ja Pojad OÜ-l, kuid tunduvalt väiksema saagikusega viidi mullast ka vähem toitaineid välja, millega toitainete üldbilansid jäid positiivsemateks, kui teistel ettevõtetel.

Märksõnad: mulla toidained, toitainete bilanss, väetised, viljelusvõistlus

|   |             |   |               |
|---|-------------|---|---------------|
| Estonian University of Life Sciences  |             | Abstract of Bachelor's Thesis                                 |               |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 51014  |             |   |               |
| Author: Ardi Kaaristo   |             | Speciality: Production and marketing of agricultural products |               |
| Title: Nutrient balance of winter oilseed rape and pea yield enhancement competition fields   |             |   |               |
| Pages: 49   | Figures: 16 | Tables: 4   | Appendixes: 0 |
| Department: Department of Soil Science and Agrochemistry<br>Field of research: B410 Soil Science, agricultural hydrology<br>Supervisors: PhD Endla Reintam<br>Place and date: Tartu, 2017   |             |   |               |
| <p>The goal for the thesis at hand was to calculate the overall balance sheet for tillage competition fields growing winter rape and peas for 2016.</p> <p>The base data for the work was received from Margus Ameerikas, who is the head of the Viljelusvõistlus MTÜ. The base data was the data from companies of the competitors, chosen cultivar, crop yield, quality criteria, fertilisation schemas, profitability, and overall ranking. Using base data, it was possible to calculate the overall balance of the basic nutritional elements of N, P and K in two ways. Firstly, when the straw is left on the field after harvest. Secondly, when the straw is gathered from the field and then the overall nutritional balance is calculated.</p> <p>The results show that leaving the straw on the field is an important factor in improving soil fecundity. It is as important to use the right amount of fertiliser for a sufficient amount of crop nutrients will compensate the loss of nutrients during harvest. The greatest yield out of rape producers was produced by Männiku Piim OÜ. The amount of fertiliser on the field was as follows: N201 kg/ha, P13 kg/ha, and K13 kg/ha. But the greatest yield did not mean the greatest quality. Kõo Agro OÜ had the best quality indicators, who used NPK fertiliser accordingly: 151 kg/ha, 60 kg/ha, and 100 kg/ha. Yield quality correlated to the amount of fertiliser used as more fertiliser meant higher quality. Results of the balance sheet showed that both correct fertilisation and straw are</p> |             |   |               |

important factors in shaping the overall balance sheet of nutrients. Large yields removed much crop nutrients, but a great yield also comes with a large amount of straw, which returns the nutrients to the soil.

Helgi ja Pojad OÜ had the best pea yield of 6.6 t/ha which was far more than others. The company used nitrogen 36 kg/ha, phosphorus 7 kg/ha and potassium 101 kg/ha. It can be assumed that the high pea yield was due to larger amount of nitrogen and potassium fertiliser. HTM Grupp OÜ had the best nutritional balance sheet results. The fertiliser amounts were not as large as was in the case with Helgi ja Pojad OÜ, but a considerably smaller yield also transported less nutrients out of soil, which means a more positive nutritional balance sheet than other companies.

**Keywords:** soil nutrients, nutrient balance sheet, fertilisers, tillage competition

# SISUKORD

|   |    |
|---|----|
| SISSEJUHATUS .....  | 7  |
| 1. VÄETISTARVE JA EESMÄRK.....  | 10 |
| 1.1 Erinevad väetiseliigid .....  | 11 |
| 1.1.1 Mineraalväetised .....  | 11 |
| 1.1.2 Orgaanilised väetised.....  | 12 |
| 1.2 Väetamistehnoloogia .....   | 13 |
| 2.TALIRAPSI JA PÕLDHERNE EFEKTIIVNE KASVATAMINE JA VÄETAMINE .....        | 16 |
| 2.1 Talirapsi.....  | 16 |
| 2.1.1 Talirapsi sordid.....   | 16 |
| 2.1.2 Talirapsi kasvukoht ja talvitumine .....                            | 17 |
| 2.1.3 Talirapsi külvikord, külv ja mullaharimine.....                     | 18 |
| 2.1.4 Talirapsi väetamine.....  | 20 |
| 2.2 Põldhernes.....   | 20 |
| 2.2.1 Hernesordid 2016 a „MTÜ Viljelusvõistluse“ võistlusel .....         | 21 |
| 2.2.2 Herne kasvukoht.....  | 21 |
| 2.2.3 Herne külvikord, külv ja mullaharimine .....                        | 22 |
| 2.2.4 Herne väetamine.....  | 22 |
| 3. MATERJAL JA METOODIKA .....  | 24 |
| 3.1 Katseaasta ilmastik.....  | 24 |
| 3.2 Proovivõtukohtad, ajad ja väetusskeem.....                            | 25 |
| 3.3 Toitainete bilansside leidmine .....                                  | 28 |
| 4. TULEMUS JA ARUTELU .....   | 31 |
| 4.1 Ettevõtete saagikus ja kvaliteet .....                                | 31 |
| 4.1.1 Ettevõtete toitainete üldbilansi tulemused talirapsi põldudel ..... | 32 |
| 4.2 Ettevõtete toitainete üldbilansid põldherne põldudel .....            | 37 |
| KOKKUVÕTE .....   | 42 |
| KASUTATUD KIRJANDUS.....  | 44 |
| SUMMARY .....   | 47 |

## SISSEJUHATUS

2016. aastal korraldas „MTÜ Viljelusvõistlus“ viljelusvõistluse, kuhu panid õla alla Maaleht, MES-i nõuandeteenistus, Baltic Agro, Scandargra ja Oilseeds. Võistlus toimus erinevatel põldudel üle Eesti. Kultuurideks, mida kasvatati olid talinisu, oder, rukis, raps ja põldhernes. Igal põllumehel oli võimalus näidata oma agronoomilisi oskusi ja teadmisi, et kasvatada kvaliteetne ja suur saak. Põllu suuruseks pidi olema vähemalt kümme hektarit. Võistluse eesmärk oli leida uusi ideid, teadmisi ja kogemusi, kuidas suurendada viljakasvatuse kasumlikkust Eestis. Oluline olid nii saak, kvaliteet kui ka kasumlikkus.

Selleks, et taimed saaksid kasvada, on vaja viljakat mulda. Muld on taimele toiteelementide ja vee varustajaks (Astover, 2006). Seega on põllukultuuride saagikus ja mulla viljakus omavahel seotud. Mida kehvem ja toitainetevaesem muld, seda väiksemat saaki saadakse. Just sellepärast tulebki tunda mulda ja kõiki seal toimuvaid protsesse.

Iga kord, kui saaki koristatakse, eemaldatakse mullast toitaineid. Pideva mulla koormamisega vähendatakse mullas olevaid toiteelemente. (Kärblane jt., 2002). Nii mikroelemendid kui makroelemendid vähenevad mullas järk-järgult. Kõige rohkem vajab taim ja ka muld esmajärgulisi makroelemente nagu lämmastikku (N), fosforit (P) ja kaaliumi (K). Teise-järguliseks jäävad mikroelementidest boor (B), vask (Cu), molübdeen (Mo), tsink (Zn), koobalt (Co) ja seleen (Se) (Kuldkepp 2002).

Mulla toitainete sisaldust saadakse stabiilsena hoida erineval moel. Toitainete bilansi määramisel tuleb arvesse võtta juurdetulekuallikaid. Allikad, mis annavad mullale toitaineid on näiteks väetamine, atmosfäärsed sademed ja bioloogiline lämmastik. Samuti peab arvesse võtma toitainete kadu, nagu näiteks saagiga eemaldatav kadu, leostumine, lendumine, ärauhumine jne. Toitainete bilanssi määratakse kahel viisil, üld- ja aktiivne bilanss. Üldbilanss on see, kus ei võeta arvesse taimede omastatavaid toitainete koguseid. Aktiivse bilansi korral aga arvestatakse taimede toitainete omistamist. Sellistel meetoditel

saadakse teada, kui palju on vaja toitaineid mullale tagastada, et mulda ära ei koormaks (Kärblane jt., 2002).

Peab teadma, kui palju aastaga mullas toitaineid väheneb. Antud teadmistega suudetakse mullaviljakus hoida stabiilsena, või veelgi parem, suudetakse aasta aastaga parandada. Oluline ei ole see, kas mullaviljakuse tõstmiseks kasutatakse mineraal-, orgaanilisi väetisi või koguni midagi muud, lõppkokkuvõttes on tähtis tulemus. Kuna igalt põllult loodetakse saada võimalikult suurt ja kvaliteetset saaki, hoitakse mulla viljakus stabiilsena võrreldes eelmiste aastatega või isegi tõstetakse seda (Toitainete bilanss taimede väetamisel 2011).

Et tagada aastast aastasse suur ja kvaliteetne saak ja samas hoida ka mulla viljakust, tuleb iga aasta mulda väetada. See mis mullast saagiga ära kantakse, tuleb sinna väetistega tagastada. Nii suudetakse hoida stabiilset mullaviljakust, kus taimed saavad hõlpsasti kasvada ja lõpuks suurt saaki anda. Mida rohkem väetist mullale antakse, seda tõenäolisem on, et saadakse suuremat saaki (Eesti Biodünaamika Ühing, 1993).

Eestis uuriti toitainete bilanssi aastavahemikus 1996-2000 ja leiti nende aastate keskmine. Uuringu eesmärgiks oli teada saada, kas toitainete bilanss peale saagi koristust oli positiivne või negatiivne. Bilansitulemused kajastavad, kas mulla viljakus kasvab või väheneb aktiivse põllumajandusliku tegevuse käigus. Kuna erinevatel aastatel oli väga erinev ilm, osutus aastavahemik just selliseks. 1998 oli väga sademeterikas ja 1999 oli suur põud. Kõik need eelnimetatud tegurid mõjutavad mulla toitainete sisaldust. Just selline aastate vahemik 1996-2000, kus ilmastikuolud varieeruvad, saab kokku enam vähem normaalse ilmastikutingimustega aasta ja määrata keskmise mulla toitainete bilansi (Kärblane jt., 2002). Kogu iseseisvuse perioodi vältel on meie mullad olnud negatiivse bilansiga ehk rohkem võetakse ära, kui tagasi antakse. See oli tingitud sellest, et kasutati vähe väetisi. Kuid asjaolu, miks vähenes toitainete sisaldus mullas aeglaselt, oli see, et nõukogude lõpus kasutati rohkesti väetisi, mis rikastasid mulda (Toitainete bilanss taimede väetamisel 2011).

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on analüüsida ja anda tulemus 2016. aasta „MTÜ Viljelusvõistluse“ põldude toitainete üldbilansist. Viljelusvõistluse viiest kultuurist, on valitud kaks- taliraps ja põldhernes.



Autori püstitatud hüpoteesi kohaselt võib toitainete üldbilanss peale viljelusvõistluse lõppu jääda positiivseks, kuna väetistele pannakse võistlusel suuremat rõhku kui tavaliselt.

Soovin tänada oma juhendajat Endla Reintami abi eest töö valmimisel ning Margus Ameerikast Baltic Agrost algandmete eest.

# 1. VÄETISTARVE JA EESMÄRK

Väetistarbe vajadus sõltub eelkõige sellest, mis kultuuri antud põllu peal kasvatada tahetakse ja kui viljakas on sealne muld. Sellest tulenevalt peab olema ülevaade toitainetest, mis on taimedele kättesaadav sest toiteelementidest sõltub saagikus. Kui tahetakse saada maksimaalset saaki siis peab arvestama iga väiksema detailiga. Saak sõltub sellest, kas taimele on kõik vajalikud toiteelemendid olemas ja kättesaadavad. Saagi kvaliteedi ja suuruse määrab mullas olev miinimumfaktor, milleks võib olla üks taimele vaja minev toiteelement (Kuldkepp, 2002).

Toiteelemendid, mida taim vajab, on niinimetatud liikuvad elemendid. Väetamistarve ja kogus sõltub mulla leotise proovist, milles mõõdetakse taimele kättesaadavas vormis olevad toiteelemendid. Sellest tulenevalt saadakse teada ligikaudsed toitainetesisaldused mullas ja kui palju on vaja toitaineid väetistega lisada, et mulla viljakus kasvaks (Kuldkepp, 2002).

Väetamise tegelik eesmärk ongi mulla loomuliku viljakuse hoidmine ja säilitamine. Ainult väetamisest ei piisa, et tagada mullale kõik optimaalsed tingimused. Oluline on ka mullaharimine ja viljavaheldus. Ilma mulda harimata ja viljavahelduseta ei suudeta mulla loomulikku viljakust säilitada. Väetamine, mullaharimine, viljavaheldus- need kõik on olulisteks teguriteks põllukultuuride kasvatamisel. Õiged agronoomilised võtted, kas künda, randaalida või sootuks kasutada muid mullaharimise võtteid, aitavad kõvasti mulla loomulikku seisundit hoida. (Eesti Biodünaamika Ühing, 1993).

## 1.1 Erinevad väetiseliigid

### 1.1.1 Mineraalväetised

Anorgaaniliselt seotud toiteelemendid nagu näiteks lämmastik, fosfor, kaalium, kaltsium jt. moodustavad oma koostisega mineraalväetise.

Mineraalväetisi on kaht liiki, tahked ja vedelad. Tahked mineraalväetised on oma loomult tahked. Jagunevad nad kristallilisteks, amorfseteks ja granuleeritud väetisteks (Tamm jt., 2013).

Enamasti laotatakse põllule granuleeritud kujul mineraalväetisi, kuna nad on ühtlase suuruse ja massiga. Ka keemilise koostise poolest on granuleeritud väetis ühtlane. Ühes graanulis on sama elementide sisaldus, mis kogus väetises. Vedelad mineraalväetised on aga vedelas olekus, neid saab pumbata ja nad on voolavad. Käsitletehnoloogia järgi võib neid jagada kolmeks. Esimeseks on kontsentraatväetised, mida pole lahjendatud enne väetamist, näiteks ammoniaak. Teiseks on väetiste lahused, kõik komponendid on lahustunud kujul. Kolmandaks on suspensioonväetised, neid väetisi tuleb enne kasutamist loksutada (Tamm jt., 2013).

Kuna taim omistab toitaineid vedelal kujul, siis just vedelväetised on taimele väga hästi kättesaadavad. Vedelväetiste koostises võivad olla nii makro- kui ka mikroelemendid. Ja väetamist saab teha nii juureväliselt, ehk siis lehtedele pritsituna või siis teise variandina viia lahus mulda. (UNIDO, 1998). Mulda viidavad vedelväetised on ammoniumlämmastikku sisalduvad väetised, kuna ammoniaak lendub. Väetisi, mida antakse mulla ja taime pinnale, on enamasti lehe- ja mikroväetised. Nende väetiste kogus hektarile on väike ja manustatakse põllule taimekaitsepritsi abil vesilahuse kujul (Tamm jt., 2013).

Tahkeid mineraalväetisi saab mulda viia erineval moel. Kõige enam kasutatakse kombineeritud väetisekülvikuid, mis on ka kõige efektiivsemad. Kombineeritud külviku headus peitub selles, et seeme ja väetis lastakse mulda ühel ajal ja praktiliselt üksteise

lähestikku. Sellisel juhul saab seeme oma arenemise käigus väetisest eralduvad toitained hõlpsasti kätte. Teiseks variandiks on pinnapealne laotamine puistur väetisekülvikuga. Seda tehakse kevadel enne aktiivset vegetatsiooniperioodi. Puistur külvikuga väetamine ei ole nii efektiivne, kuna väetisegraanulid lenduvad mullale juhuslikult. Väetise graanul ei pruugi taimele piisavalt lähedale sattuda, et taim vajalikud toiteelemendid sealt omistada saaks. Teiseks probleemiks puisturlaoturul on väetissegud, milles on erinevad väetise osakesed ja mis on erineva lennuomadusega. Erinevad fraktsioonid lenduvad eri kaugustele ja see põhjustab ebaühtlase laotamise. Ka väetise transpordil toimub väetiste separeerumine, peenemad väetise fraktsioonid vajuvad allapoole. Sellest tulenevalt on kombineeritud väetisekülvik efektiivsem kui puistur külvik (Tamm jt., 2013).

Mineraalväetisi jaotatakse veel lihtväetisteks ja kompleksväetisteks. Lihtväetised sisaldavad vaid üht taimede põhitoiteelementi. Kompleksväetise koostises on aga toiteelemente vähemalt kaks. Lihtväetised on siis näiteks fosfor-, kaalium-, vask-, jne väetised, kuna neis on ainult üks element. Kompleksväetises on tavapäraselt kõik kolm makroelementi esindatud: lämmastik, fosfor ja kaalium. Kõikide elementide sisaldused on erinevates väetistes erinevad. See millist väetist kasutada, sõltub mulla toitaine vajadusest. Kui mullal on nt kaaliumi puudus ja kasutatakse kompleksväetist siis valitakse selline väetis, mille kaaliumisisaldus on kõrge. Sellise kombineerimisega saadakse mullas vastavad toitained, mida taim oma elutegevuseks vajab (Tamm jt., 2013).

### **1.1.2 Orgaanilised väetised**

Orgaanilise väetise efektiivne ja pikaajaline toime peitub selles, et süsinikuühendid muutuvad taimede kättesaadavaks alles siis, kui toimub lagunemise protsess. Kuna lagunemisprotsess kestab pikka aega, on orgaanilised väetised kasulikud nii taimedele, kui ka mullale (Tamm jt., 2013).

Orgaanilisteks väetisteks on tahesõnnik, vedelsõnnik, virts, reovee setted, järvemuda, komposteeritud taimejäänused, kalajahu, kondijahu jpt. Põllule sõnniku laotamisega

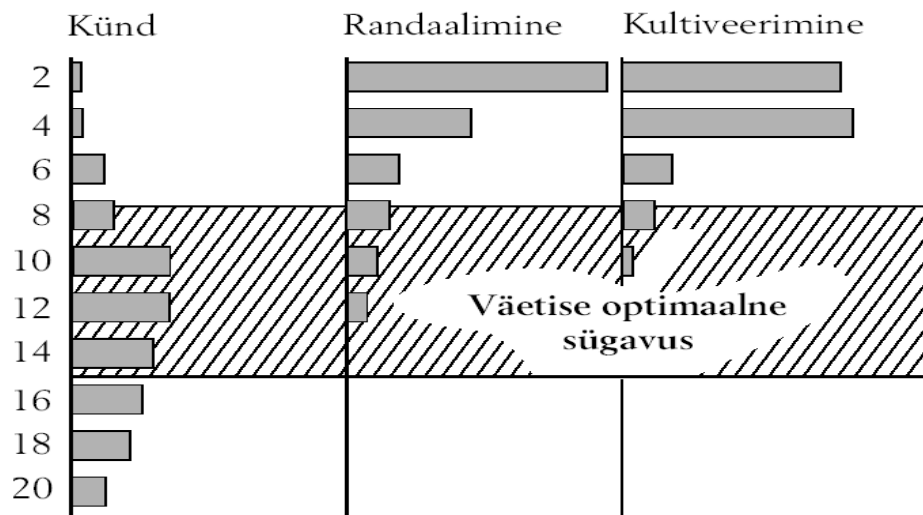
tagatakse taimede parema toitainete kättesaadavus fosfori ja kaaliumi näol. Sellest tulenevalt saab taim rohkem makroelemente muldest kätte (Tamm jt., 2013).

Kõige olulisemaks ja enamkasutatavaks orgaaniliseks väetiseks on sõnnik. Looma väljaheited koos laudas oleva allapanuga moodustavad ideaalse väetise, mis taimede on toitaineteks ja samas parandab ka muljaviljakust. Sõltuvalt sellest, kuidas loomi peetakse ja mida kasutatakse allapanuna, saadakse kas tahe-, poolvedel- või vedelsõnnik. See kas sõnnik on vedel, poolvedel või tahke, sõltub kuivaine sisaldusest. Tahesõnnikus on kuivaine sisaldus vähemalt 20%, poolvedelas sõnnikus on kuivaine sisaldus 8-19,9 % ja vedelsõnnikus on kuivaine sisaldus  $\geq 5-7,9\%$  (Tamm jt., 2013).

## 1.2 Väetamistehnoloogia

Väetiste andmine jaguneb külvielseks, külviaegseks ja külvijärgseks. Külvielset väetamist nimetatakse põhiväetamiseks. Külvijärgset väetamist nimetatakse aga kasvuaegseks väetamiseks (Kuldkepp, 2002).

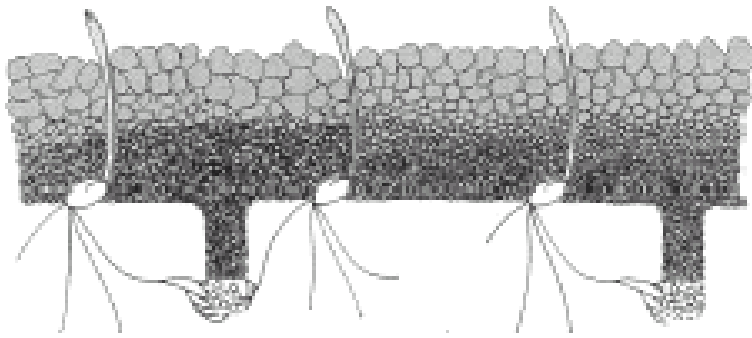
Külvielne väetamine toimub põhiliselt kevadel, vahetult enne külvi, samas võib väetada ka sügisel. Talivilju väetatakse suvel kesa harimisel. Taim omistab kõige paremini toiteelemente sügavusel 8-15 cm, seega tuleks põhiväetised (fosfor, kaalium, lubiväetised ja orgaanilised väetised) mulda viia künniga (Joonis 1). Künniga saab väetise viia optimaalsesse sügavusse, kus taim need omistada saab. Kevadel saab anda ka lämmastikväetisi, kuid neid tuleks mulda viia kultiveerimisega, et väetis ei satuks liiga sügavale (Kuldkepp, 2002).



Joonis 1. Väetise muldaviimise viisid ja sügavused (Kuldkepp, 2002)

Külviaegse väetamisega saab lisada toiteelemente, mida taim peale idanemist vajab. Põhiväetistele lisaks kasutatakse külviaegsel väetamisel tihtipeale mikroelementidega rikastatud kompleksväetisi. Kõige efektiivsema tulemuse saamiseks kasutatakse paikliku väetamist, kus väetis viiakse mulda kombineeritud külvikuga. Kombineeritud külvikul on kaks kasti, ühte pannakse seeme ja teise väetis. See tähendab seda, et väetise graanuli saab viia täpselt seemne kõrvale ja natukene sügavamale, et peale juurte moodustumist saab taim väetise toiteelemendid hõlpsasti omistada. Sellise meetodi juures võib saagikus tõusta 10-20 %, kuna väetis ei asetse põllul juhuslikult vaid korrektselt seemne kõrval. Samuti saab vähendada ka väetisenormi kuni 20 % (Kuldkepp, 2002).

Samuti kasutatakse ka külviaegsel väetamisel starterväetamist. Sellisel meetodil viiakse seeme ja väetis samasse külviasemesse korraga. See ei ole küll nii efektiivne, kui paiklik väetamine, kuid võimaldab taimel optimaalse idanemiskeskkonna (Kuldkepp, 2002).



Joonis 2. Paiklik väetamisskeem, kus väetisetera asetseb seemneridade vahel (Kuldkepp, 2002)

Kasvuaegne väetamine täiendab nii külvieelset, kui ka külvijärgset väetamist. Kasvuaegse väetamise viisid on pealtväetamine, leheväetamine ja kasvuaegne väetise muldaviimine. Pealtväetades antakse kevadel lämmastikväetisi, seda tuleks teha õigel ajal. Enne väetamist peaks maa olema sulanud ja ära tahenenud. Peale taime kasvu algust tuleks väetis kümne päeva jooksul laotada. Sel juhul jõuab väetis lahustuda ja on taimetele õigel ajal kättesaadav. Suvisel väetamisel on suurem risk, kuna tihtipeale on liialt kuiv ja väetis ei saa lahustuda, mistõttu on kindlam anda lämmastikväetist külvi eel või külvi ajal (Kuldkepp, 2002).

Lehekaudu antakse väetisi taimekaitse pritsiga lahustunud kujul. Lehekaudne väetamine on täiendus kõigile muudele väetamistele. Eriti kasulik on lehekaudne väetamine teraviljadel, mis tõstab oluliselt proteiinisaldust (Kuldkepp, 2002).

## **2.TALIRAPSI JA PÕLDHERNE EFEKTIIVNE KASVATAMINE JA VÄETAMINE**

### **2.1 Taliraps**

Talirapsi ja -rüpsi kasvatati aastal 2016 Eestis 25,4 tuhat hektarit, (Põllukultuuride kasvupind, 2016) mis on võrreldes suvirapsi ja -rüpsiga peaaegu poole väiksem. Põhjuseks, miks kasvupind on suvise liigiga võrreldes tunduvalt väiksem, on Eesti ebasoodsad talved. Talirapsi soodsaks talvitumiseks oleks vaja piisavalt paksu lumekihti, et taim madalate miinuskraadide juures ära ei külmuks. Ilma lumekatteta talub taim lühiajaliselt -15(-20)°C. Kõige ebasoodsam tingimus rapsile on külmade ja sulaperioodide vaheldumine. Enne paksu lumekihi tulekut peaks maapind olema ära külmunud. Suureks saagihävitajaks võib pidada ka liiga vara sulanud lund, millest on tekkinud lohkudesse lombid. Kõik need halvad tegurid on meie Eesti talves olemas ja seega on talirapsi kasvatamine suhteliselt riskantne. Statistiliselt kord seitsme aasta jooksul taliraps ei talvitu. Kuid taliraps võib anda peaaegu kaks korda suurema saagi kui suviraps ning koristamisaeg on soodsam kui suvirapsil. Talirapsi koristusaeg jääb augusti esimesse poole, kus ilmad on soodsamad koristuseks kui sügisel. Samuti on saagi kvaliteet parem, kuna saak ei saa sügisesi sademeid, mis kvaliteedi alla viivad. See on põhjus miks põllumehed nn „rahakultuuri“ üritavad kasvatada ja mõned on selles ka väga edukad (Ilumäe, 2013).

#### **2.1.1 Talirapsi sordid**

Eesti tingimustes tuleks valida Põhjamaades aretatud rapsisorte, mis on loodud karmidesse talveoludesse. Soojemates piirkondades aretatud sordid ja nende talvekindlus ei pruugi sobida meie Põhjamaa kliimatingimustega. Kasutada tuleks võimalikult talvekindlaid ja haigusekindlaid sorte.



2016 aasta Baltic Agro viljelusvõistluse talirapsi sortidest olid esindatud just need sordid:

**MERCEDES-** Kõrge saagiga (2013. aasta registreerimiskatses kuni 5905 kg/ha).

Väga kõrge toorrasva sisaldusega (2014. Aasta registreerimiskatses kuni 54,5%, katsekohtade kõrgeim tulemus).

Väga hea taastumisvõimega, samuti vähene taimede hukkumine kevadel ja jõuline areng enne talvitumist (Taliraps MERCEDES).

**CULT-** Suure saagipotentsiaaliga sort. Tugev talvekindlus. Keskmisekasvuline ja kõrge toorrasvasisaldusega.

**IMISTAR-** Hea talvekindlusega sort. Poolkääbushübriid ja suur lamandumiskindlus. Varajane valmimine, kõrge õlisisaldusega ning suure haiguskindlusega (Taliraps IMISTAR).

**MINERVA-** Keskvarajane hübriidsort, mida saab kasvatada väga erinevatel muldadel. Hea kevadise taastumisvõimega ja võimas juurestik juba taime varajases arengustaadiumis. Kõrge õlisisaldusega, hea haiguskindlus ning sobib hästi minimeeritud harimise korral (Taliraps MINERVA).

**SEQUOIA-** Väga hea talvekindlusega poolkääbushübriid. Taim kasvatab sügisel väga madala ja laia leheroseti, mille kasvukuhik on mullale väga lähedal ja seega tagab külma ning tuulekindluse lumekatte puudumise korral. Haiguskindel ja suure õlisisaldusega sort (Taliraps SEQUOIA).

### 2.1.2 Talirapsi kasvukoht ja talvitumine

Talirapsile sobilikuks mullaks on hea niiskuserežiimiga saviliiv-, liivsavi- ja kuni keskmise raskusega toitaineterikkad mullad. Glei- ja turbamuldadel raps kasvada ei taha (Ilumäe, 2013). Põldude kohalt peaks valima suhteliselt tasased põllud, kuhu kevadise lumesulamisega ei tekiks lompe.

PH taimede optimaalseks kasvuks on vahemikus 5,5-7. Kuid paljud taimed on kohastunud kasvama ka happelisemates ja vähem happelisemates muldades (Ketterings et al., 2005).

Taliraps moodustab enne talvitumist 6-8 lehelise taimiku. Varre kasvukuhik ei tohi alustada sügisel kasvu, kuna siis katavad lehed kasvukuhiku ära ja kaitsevad seda külmumise eest. Kui on soojad sügised siis on oht, et taim kasvab üle ja see võib tuua kaasa taime külmumise ja seejärel hukkumise (Ilumäe, 2013).

Taliraps lõpetab sügisel  $-2^{\circ}\text{C}$  juures kasvu ja sellele järgneb karastusperiood. Kui talv üle elatud, alustab elujõus taim vegetatsiooniperioodi, mil ööpäeva maksimaalne temperatuur on üle  $+5^{\circ}\text{C}$ . Kevadel talub kasvu alustanud taimik ka lühiajalist kuni  $-8^{\circ}\text{C}$  külma (Ilumäe, 2013)

### **2.1.3 Talirapsi külvikord, külv ja mullaharimine**

Peale talirapsi kasvatamist peaks pidama 5-6 aastase pausi, enne kui uuesti samale põllule raps külvata. Põhjus tuleneb sellest, et vältida mulla kaudu levivaid haigusi nagu näiteks valgemädanik ja vertitsilloos (Ilumäe, 2013). Selleks peab taimekasvatus olema mitmekesine. Monokultuuride kasvatamine põhjustab taimehaiguste kiirema leviku ja sellega kaasneb ka aktiivsem taimekaitsevahendite kasutamine. Selle vältimiseks peab külvikorda hoolikalt jälgima (Abawi, jt. 2014).

Rapsi külvatakse suhteliselt vara, u 10-14 augusti vahel, seega on eelkultuuri osas mõningad piirangud. Talirapsi heaks eelviljaks on ristik või siis mitmeaastane põldhein. Ristikut kasutatakse haljassöödaks ja tehakse siloks, ädal aga küntakse sisse. Samuti sobib eelviljaks varajased kaunviljad ja teraviljadest varajane oder või talioder. Talirapsi on võimalik külvata ka talinisu järel eeldusel, et saak on valminud suhteliselt vara ja külv tehakse otse kõrrepõldu (Ilumäe, 2013).

Külvikorras peab jälgima, et rapsiga sama haigust kandvate kultuuride vahele jääks vähemalt üks aasta. Näiteks herne valgemädanik, lina kuivlaiksus jne. Vastasel juhul võib järgnev kultuur haigestuda koheselt ja saak hävineda (Ilumäe, 2013).

Taliraps omakorda on heaks eelviljaks taliteraviljadele, kuna talirapsi juurestik muudab mulla struktuuri teraviljadele sobivamaks ja pärsib teraviljade juuremädaniku arengut (Ilumäe, 2013).

Külviseeme peab olema sorteeritud ja puhas, et ei oleks umbrohuseemneid sees. Samuti peab seeme olema hea idanemisvõimega ja haigustevaba, kuna paljud rapsi haigused levivad seemnetega. Kindlam ja turvalisem on seemneid puhtida, et kaitsta idandeid ja noori taimi haiguste- ja samuti ka putukakahjustuste eest. Seemne idanevus peaks olema vähemalt 85 % (Ilumäe, 2013).

Külv tehakse tavaliselt augusti esimeses dekaadis. Kui külvata juuli kolmandas dekaadis võib taim üle kasvada ja ei pea talvele vastu. Samuti on riskantne külvata hiljem, kuna siis ei pruugi taim piisavalt areneda, et talvele vastu seista ja sellest tulenevalt väheneb saak. Tavakülvi puhul kasutatakse kitsa reavahega külvi (12,5 cm). Kitsas reavahe tagab seemnete ühtlase jaotuse. Lai reavahe on aga otstarbekas siis, kui kasutatakse mehhaanilist umbrohutõrjet. Tihti peale on üle mindud otsekülvile, külvatakse teraviljakörde, kuna raps on paremini talvitunud. Talirapsi külvisenorm on väiksem kui suvirapsil. Tuleb arvestada, et umbes 60-70 idanevat seemet ruutmeetri kohta (Ilumäe, 2013).

Kuna rapsi seeme on hästi peenike, 1,5-2 mm läbimõõduga, vajab raps külviks hästi töödeldud ja ettevalmistatud mulda. Muld peab olema tasane ja peenikese struktuuriga. Mullaharimise agregaadid tuleks seadistada nii, et viimase harimisega jääks 2-3 cm kobe kiht, mille alla jääb külviase (Ilumäe, 2013).

Mullaharimisel mängib veel olulist rolli eelnev kultuur. Kui eelviljaks on olnud talivil, tuleb jälgida, et põhumass oleks ühtlaselt ja piisavalt sügavale haritud ja et ei takistaks seemne idanemist (Ilumäe, 2013).

#### **2.1.4 Talirapsi väetamine**

Taliraps vajab suvirapsiga võrreldes palju rohkem toitaineid. Rapsi väetamine ei saa piirduda vaid põhiväetisega NPK, arvestama peab ka mikroelementidega nagu näiteks väävel, magneesium ja boor. Taliraps vajab oma elutegevusel, kuni saagi moodustamiseni, väga palju väävlit (40-60 kg/ha ). Väetisekoguseid arvestatakse eelkõige mullaanalüüsi andmetest. Fosfor ja kaalium antakse ära sügisel põhiväetisega (Ilumäe,2013). Lämmastikukogus jaotatakse kordadeks ja esimene väetamine toimub sügisel koos külviga või külvieelselt, kus andtakse 30-50 kg/ha-le. Kevadel on oluline lämmastiku kättesaadavus taimale, kui algab vegetatsiooni periood. Lämmastik suurendab biomassi, mis tagab ka suurema saagikuse (Mazzoncini et al., 2011). Uuringud on näidanud, et mida suurem on maa peale biomass, seda suurem on ka saagikus (Lafitte, Edmeades 1994). Kolmandat korda võib väetada kõrsumise alguses. Kuna rapsil on suhteliselt suur väävlivajadus, antakse ligikaudu 30 % väävlit sügisel põhiväetamisega ja ülejäänud kevadel koos lämmastikväetisega. Kuid põhiväetise NPK ja ka mikroväetiste koguseid antakse vastavalt mullal viljakusele, lähtudes toitainetesisaldusest mullas (Ilumäe, 2013).

#### **2.2 Põldhernes**

Hernes on suhteliselt vähenõudlik taim, kuid väga spetsiifiliste vajadustega. Seemned idanevad juba +1...2 °C juures. Kasvuks vajab hernes keskmiselt 16-18 °C sooja. Kasvutingimuste ja mullastiku koha pealt ei ole ta eriti nõudlik. Kasvab hästi liivsavi- ja saviliivmuldadel. Hernest on võimalik kasvatada nii puhtalt kui ka segakultuurina. Segakultuurina kasutatakse teravilja herne toetajaks. Tugikultuurideks kasutatakse lühikese ja tugeva kõrrega teraviljasorte, millel on sama kasvuaeg mis hernelgi (MES nõuandeteenistus)

Hernes on isetolmlev ja -viljastuv taim. Tolmlemine toimub juba õiepungas ja seega looduslikku risttolmlemist reeglina ei toimu (Kaarli, 1998).

### **2.2.1 Hernesordid 2016 a „MTÜ Viljelusvõistluse“ võistlusel**

**CASABLANCA-** hea saagipotensiaaliga toiduherne sort. (2009. aasta registreerimiskatsetes saadi saak kuni 7571 kg/ha.) Haiguskindel, laikpõletikule vähem vastuvõtlik. Kasvab hästi samal mullal kus teraviligi, kuid vältida tuleks raskeid savimuldi ja kergeid liivmuldi (Põldhernes CASABLANCA).

**ASTRONAUTE-** saagikas ja väga hea seisukindlusega hernesort. Fusarioosi suhtes resistentne. Väga heade kvaliteedinäitajatega sort. Saksamaa ja Prantsusmaa koostööl valminud hernesort. 2016 aasta Baltic Agro viljelusvõistluse 1. koht saagikuselt (6,6 t/ha) (Põldhernes ASTRONAUTE).

**AVENGER-** Kõrge saagikus ja hea seisukindlusega põldherne sort. Suhteliselt madala kasvuga ja keskvalmiv. Viljelusvõistlusel 2016. aastal 4,2 tonnise saagiga kolmanda koha saanud sort (Põldhernes AVANGER).

**ALVESTA-** Hea seisukindlusega kollane hernes. Saagikus 2016. aasta Baltic Agro viljelusvõistlusel 4,8 t/ha.

### **2.2.2 Herne kasvukoht**

Hernes kasvab hästi mineraalmuldadel, neist kõige sobilikumaks on hea läbilaskvusega ja soodsa niiskusevaruga liivsavi- ja saviliivmuldad. PH peaks jääma vahemikku 6-7. Humusrikastel muldadel kasvatab hernes rohkesti haljasmassi ja seega valmib hiljem ja ebaühtlaselt (Kaarli, 1998).

Selleks, et hernes ühtlaselt valmiks, vajab ta kasvuks ühtlast mullastikku ja tasast põldu. Suure ja kvaliteetse saagi saamiseks peab umbrohtumus olema kontrolli all (Brandt, 2001). Samuti mõjutab saagi kujunemist ilmastik. Põldherne saagikuse suurust määrab sademete hulk ja taimele vee kättesaadavus. Vee kättesaadavus on vajalik just õitsemise ning kaunade ja seemnete moodustamisel (Nielsen, 2001).

### **2.2.3 Herne külvikord, külv ja mullaharimine**

Külvikorras sobib hernes kõige paremini teraviljade järele. Samas on hernes ka heaks eelviljaks, kuna ta aktiveerib bioloogilist mulda ja rikastab seda lämmastikuga. Kaks aastat ühel samal põllul hernest kasvatada on suhteliselt riskantne, kuna tekib suur risk laikpõletikule ja juuremädanikule. Juuremädaniku ja tõusmepõletiku oht suureneb ka siis, kui hernest rapsi või oa järele külvatakse (Kaarli, 1998).

Puhaskülvis on herne seemnenormiks 80-100 idanevat seemet ühe ruutmeetri kohta. Külvata tuleks hernes suhteliselt vara, esimesel võimalusel peale võimalikku mullaharimist. See on vajalik hernele, kui pikapäevataimele ja on eriti oluline hiliste sortide kasvatamisel, et saak jõuaks ära valmida. Samuti mõjub jahedus ja parem niiskusesisaldus soodsalt just kasvu alguses (Kaarli, 1998).

Õigeaegne külv on üks olulisemaid tingimusi hea saagi saamisel. Hilise külvi korral saak väheneb ja seega hiline valmimine põhjustab ka koristamiskahju. Samuti väheneb saagikvaliteet (Kaarli, 1998).

Herne efektiivne külv toimub kombineeritud külvikuga, kus samal ajal külvatakse seemne kõrvale ka väetis. Herne külvisügavus võiks olla kuskil 5-6 cm. Peale külvi rullitakse herne põld koheselt. Rullimine tagab ühtlasema tärkamise ja vajutab väiksemad kivid mulda, mis koristust võivad raskendada (Kaarli, 1998).

### **2.2.4 Herne väetamine**

Kaunvilja seemned sisaldavad rohkesti fosforit ja kaaliumi. Seega on taimel õitsemise, kaunte täitumise ja seemnete valmimise perioodil eriti suur fosfori ja kaaliumi vajadus. Nelja tonnise saagiga me eemaldame põllult umbes 130-170 kg/ha lämmastikku, 16-20 kg/ha fosforit ja 40-50 kg/ha kaaliumi. Selle katteks tuleks anda ligikaudu 15-25kg/ha fosforit ja 60-80 kg/ha kaaliumi. Tänu bioloogilise lämmastiku sidumisele ei vaja kaunviljad lämmastikväetist. Lämmastikku võib hernele anda kasvu alguses 20-30 kg /ha, et taim saaks stardiks vajaliku koguse, kui mügarbakterid veel ei tegutse. Samuti on hernel

ka suur magneesiumitarve, ligi 20 kg /ha. Enamasti saab taim selle kätte mulla looduslikest varudest (Kaarli, 1998). Fosfor aitab liblikõielistel taimedel õhulämmastikku siduda (Bowren jt., 1986; Slinkard, Drew 1988). Herne väetamiseks sobib väga hästi sõnnik. Sõnnik annab hernele vajalikud toitained ja samas on ka hea mullaviljakuse parandaja (Wander 2014). Sõnnik on orgaaniline aine, mis aitab parandada mulla struktuur ja õhutust. Samuti on orgaaniline aine kasulik nii mullas elavatele mikroorganismidele, kui ka taimedele endile (Seefeldt 2013).

### **3. MATERJAL JA METOODIKA**

2016 aasta „MTÜ Viljelusvõistlusest“, mis toimus juba 12. korda, võttis osa kuus talirapsi- ja neli põldherne kasvatajat üle Eesti. Lisaks oli odra, rukki ja talinisu kasvatajaid. Kui varasematel aastatel oli olulisemaks kõrge saak siis 2016. aastal pandi rõhku saagi kvaliteedile ja oluliseks näitajaks oli ka tulukus. Selline kvaliteedi jälgimise mõte tuli sellest, et viimastel aastatel on kasvatatud rekordsaake, mis näitasid, et eestlased oskavad kõrget saaki kasvatada, kuid kvaliteet oli madal.

Võistlustingimused sõltusid kõik põllu asukohast, kuid ilma vastu ei saa ja iga võistleja pidi leppima nii soodsate kui ka ebasoodsate ilmastikuoludega. Varasema viie hektari asemel kasutati 2016. aastal kümne hektarilist põldu, et tulemust paremini võrrelda. Teiseks asjaoluks, miks viie hektari asemel hakati kasutama kümne hektarilisi põlde, on see, et 2015 oleks Foore Farm oma rekordilise rapsisaagiga saanud Guinnessi rekordiraamatusse, aga seal lähevad arvesse põllud alates seitsmest hektarist.

Andmed uurimistöö koostamiseks saadi MTÜ Viljelusvõistlus juhi Margus Ameerikase käest. Algandmeteks oli ettevõtete esindajad, kasvatatava sordi nimetus, põllu suurus, saagikuse suurus, seemne maksumus hektaril, mineraalväetiste kogused ja hinnad, kemikaalide kogused ja hinnad, masinatöö kulud, kõik kulud kokku, saagi kvaliteet, tootmise oma hind, müügitulu, kasum ja osaleja koht üldarvestuses. Üldarvestuse koht sõltus saagi suurusest, kvaliteedist ja kasumlikkusest.

#### **3.1 Katseaasta ilmastik**

2016. aasta oli Eesti keskmisest normist veidi soojem, sajusem ja päikesepaistelisem. Eesti keskmine õhutemperatuur oli 6,7 °C (norm 6 °C). Eesti keskmine sajusumma oli 696 mm (norm 672). Eesti keskmisena oli päikesepaistelisi tunde 1828,7 h (norm 1765,8 h).



Jaanuar oli aasta külmeim kuu, keskmiseks õhutemperatuuriks oli -7,7 °C. Veebruar oli soe ja sajune, keskmine temperatuur oli 0,7 °C (norm -4,5°C). Veebruaris sadas kokku 69 mm sademeid, mis annab teise koha läbi aegade, esimeseks kohaks oli 1990, kus sadas taevast alla 86 mm sademeid. 2016 aasta veebruaris sadas enamus sademeid alla vihmamana. Mai oli aasta kõige kuivem ja päikesepaistelisem kuu. Sademeid oli mais vaid 16 mm ja keskmine õhutemperatuur oli 13,1 (norm 10,4). Juuni oli sajune, sademete hulk ulatus 107 mm-ni (norm 69). Juuli oli aasta soojeim kuu, keskmine õhutemperatuur oli 17,8 °C (norm 17,4°C). August oli kõige sajusem kuu, mis raskendas ka põllumeestel saagikoristust. Sademete hulk ulatus augustis 133mm-ni (norm 83). September oli aga kuiv, sademete hulk kõigest 28mm (norm 64). Alates 1961. aastast ei ole nii külma novembri esimest kolmandikku olnud, kui 2016. Õhutemperatuur oli -2,7 °C (norm 3,2°C). Detsember oli talve kõige soojem kuu, keskmine õhutemperatuur oli +0,8 °C (norm -2°C ) (Keskkonnaagentuur, 2017).

### **3.2 Proovivõtukohad, ajad ja väetusskeem**

Talirapsi kasvatajaid oli erinevatest maakondadest üle Eesti. Koristusaeg oli kõigil natuke nihkes, kuna erinevates piirkondades valmib saak eri ajal. Kuid proovivõtu aeg oli kõigil teada ja seda tuli teha kohe peale saagi koristust. Koristusajaks on augusti esimene pool, seega ka proovivõtu aeg jääb sinna kanti.

Viljandi maakonnast osales talirapsi kasvatamisel ettevõtte Kõo Agro OÜ. Kõo Agro OÜ ettevõtte asub Kõo külas, Kõo vallas, Viljandi maakonnas ja ettevõtte lähistel on leetjad mullad- Kl, leostunud gleimullad- GO ja leostunud mullad- Ko (Maaamet, Kõo Agro OÜ).

Saaremaalt, Leisi vallast, Räägi külast osales talirapsi kasvatamisel ettevõtte Agriman OÜ. Agriman OÜ ümbruskonna muldadest domineerivad leostunud mullad- Ko, rähkmullad- K ja gleistunud leostunud mullad- Kog (Maaamet, Agriman OÜ).

Kolmandaks võistlejaks oli Jaani Talu OÜ, mis asub Ida-Virumaal, Lüganuse vallas, Kulja külas. Selle ettevõtte peamiseks muldadeks on leetjad mullad- Kl, leetjad

Gleimullad- Gl ja leetunud gleimullad- LkG (Maaamet, Jaani Talu OÜ).

Tartu maakonnast oli võistluses 2 ettevõtet. Esimene ettevõtte Männiku Piim OÜ, mis asub Haaslava vallas, Koke külas. Selle ettevõtte muldadeest oli peamiselt näivleetunud ehk kahkjad mullad- LP , gleistunud kahkjad leetunud mullad- LPg ja gleistunud nõrgalt leetunud mullad- Lklg (Maaamet, Männiku Piim OÜ). Teiseks ettevõtteks oli aga Molter Agro OÜ, mis asub Vara vallas. Selle ettevõtte peamisteks muldadeks on leetjas muld- LG, gleistunud kahkjad leetunud muld- LPg ja leostunud gleimuld- Go (Maaamet, Molter Agro OÜ).

Põlvamaalt osales FIE Erki Oidermaa. Tema ettevõtte asub Põlvamaal, Veriora vallas, Viluste külas. Sealsed mullatüübid on peamiselt gleistunud kahkjad leetunud mullad- LPg, näivleetunud ehk kahkjad mullad- LP ja nõrgalt leetunud mullad- Lkl (Maaamet, FIE Erki Oidermaa).

Herne kasvatajaid oli aga neli tükki üle Eesti. Tartumaalt oli esindatud Rämsi Agro OÜ, mis asub Puhja vallas ja Puhja alevikus. Sealsed mullad on näivleetunud ehk kahkjad mullad- LP ,leetunud mullad- Lk ja leetjad mullad- Kl (Maaamet, Rämsi Agro OÜ).

Järvamaalt esindas ettevõtte HTM Grupp OÜ, mis toimetab Türi vallas, Kabala külas. Sealsed põhimullad on Gl- leetjad gleimullad, Ko- leostunud mullad ja Kl- gleistunud leetjad mullad (Maaamet, HTM Grupp OÜ).

Bioman Agro OÜ, asub Viljandimaal, Tarvastu vallas, Maltsa külas. Selle ettevõtte mullatüüpideks on leetjad mullad- Kl ,näivleetunud ehk kahkjad mullad- LP ja väga õhukesed madalloomullad- M' (Maaamet, Bioman Agro OÜ).

Neljandaks oli Helgi ja Pojad OÜ. See ettevõtte asub Pärnumaal, Häädemeeste vallas, Kabli külas. Seal ümbruskonnas on gleistunud nõrgalt leetunud mullad- Lklg, leetjad gleimullad- Gl ja leetunud gleimullad- LkG (Maaamet, Helgi ja Pojad OÜ).

Tabel 1. Talirapsi väetusskeemid 2016. aasta „Viljelusvõistlusel“

| Ettevõtte         | Kasutatud väetised  | Ühik   | Maht ha-le   | Kokku (kg) |
|-------------------|---|--|--|------------|
| Kõo Agro OÜ       | Tahesõnnik<br>YaraVita Brassitrel Pro<br>Boor<br>AN 34<br>ASN 30+7S<br>Anfisco Micro B 2x<br>Anfisco Micro 39-0-0   | t/ha<br>l<br>l<br>kg<br>kg<br>l<br>l                           | 40<br>2<br>2<br>250<br>250<br>3<br>3                                 | 510        |
| Agriman OÜ        | YM 7-12-25+2,6S<br>NS 30 +7S<br>Boor<br>Krista K<br>YV N26+14S<br>NPK16-16-16-<br>Ruter AA<br>Nutricomplex Platinum 12-41-08<br>Boor<br>Brassitrel<br>AN 34 | kg<br>kg<br>l<br>kg<br>kg<br>kg<br>l<br>l<br>l<br>l<br>l<br>kg | 300<br>120<br>1,2<br>2<br>200<br>200<br>2<br>4<br>2<br>2<br>2<br>200 | 1033,2     |
| Männiku Piim OÜ   | Tradebor<br>NP 33-3<br>ASN 30+7S 2x<br>YV Brassitel   | l<br>kg<br>kg<br>kg  | 2<br>220<br>430<br>2   | 654        |
| FIE Erki Oidermaa | NPK 8-20-30<br>AN 34 2x<br>Boor 4x<br>MgS 4x<br>Axan 27+ 4S 2x<br>Nutrivan raps<br>Aminocat<br>Boson  | kg<br>kg<br>l<br>kg<br>kg<br>kg<br>l<br>l                      | 300<br>300<br>4<br>8<br>400<br>2<br>0,2<br>1                         | 1015,2     |
| Molter Agro OÜ    | YV NPK 7-12-25+micr.<br>AN 34 2x<br>Ruter AA 2x<br>Tradebor 2x<br>NS21+24S<br>ASN 30+7S<br>YV Brassitel   | kg<br>kg<br>l<br>l<br>kg<br>kg<br>l                            | 300<br>300<br>2<br>4<br>200<br>200<br>1                              | 1007       |
| Jaani Talu OÜ     | YM 7-12-25+S,B,Mg,<br>Tradebor 2x<br>AN 34<br>YM 18-8-16+3S<br>NS 26+14S<br>Ruter AA  | kg<br>l<br>kg<br>kg<br>kg<br>l                                 | 350<br>2<br>200<br>150<br>150<br>2                                   | 854        |

Ettevõtete talirapsi väetusskeemid on toodud tabelis 1. Ettevõtete väetusskeemid on kõik sarnased. Ainuke erinevus on väetise koguste osas. Väetusskeemide kohaselt anti mulda

kas koos külviga või enne külvi NPK kompleksväetisi ja peamiselt lisa lämmastikväetist. Järgnevad taimetoitelemendid anti taimele juba vedelväetistega ehk leheväetistega. Kasutatud on lihtväetisi, mis sisaldavad vaid ühte põhitoiteelementi või mikroelementi. Lihtväetised liigitatakse kaheks- makroväetisteks, mis sisaldavad vaid üht põhitoiteelementi N, P või K ja mikroväetisteks, mis sisaldavad üht mikroelementi Zn, boor jne. Teiseks on kasutatud makroväetisi, mis omakorda jaotatakse kombineeritud väetisteks, ehk ühes väetisegraanulis on mitu taime põhitoiteelementi ja väetisegudeks, mis saadakse lihtväetiste omavahelise kokkusegamise teel (Taimedele vaialikud toitelemendid....2015).

Tabel 2. Põldherne väetusskeemid 2016. aasta „Viljelusvõistlusel“

| <b>Ettevõtte</b>  | <b>Kasutatud väetised</b>                                    | <b>Ühik</b>                    | <b>Maht ha-le</b>              | <b>Kokku (kg)</b> |
|-------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Helgi ja Pojad OÜ | YV NPK 18-8-16<br>KCL<br>Micro U 3x<br>MgS<br>KS<br>Ruter AA | kg<br>kg<br>l<br>kg<br>kg<br>l | 200<br>150<br>6<br>5<br>3<br>2 | 366               |
| Rämsi Agro OÜ     | NPK 15-15-15 +10S<br>Boor<br>Krista K<br>YaraVita Brassitrel | kg<br>l<br>l<br>l              | 100<br>1<br>1,25<br>1          | 103,25            |
| HTM Grupp OÜ      | NPK 5-10-20<br>Ecolist Standard<br>Ecolist U                 | kg<br>l<br>l                   | 350<br>4<br>4                  | 358               |
| Biomann Agro OÜ   | NPK 4-12-32<br>MgS<br>Tradebor<br>Twintech Zn Mn             | kg<br>kg<br>kg<br>l            | 100<br>4<br>2<br>1,5           | 107,5             |

Herne väetusskeemid on toodud tabelis 2. Hernekasvatajate väetusskeemid olid väga sarnased. Kevadel koos külviga või enne külvi anti mulda NPK kompleksväetist. Järgnevad väetised anti taimedele lehe kaudu.

### 3.3 Toitainete bilansside leidmine

Toitainete üldbilansi leidmiseks on vaja arvutada kõigepealt saagiga eemaldatavate lämmastiku, fosfori ja kaaliumi kogused. Selleks, et arvutada, kui palju lämmastikku

saagiga eemaldatakse, peab teadma algandmeid. Proteiini on keskmiselt 18,3 % saagi kuivaines (Ilumäe, 2013). Rapsi niiskusesisaldus on keskmiselt 9% peale kuivatamist (Astover jt., 2015). Lämmastikku on proteiinis keskmiselt 16 % (Tkachuk 1969: 419).

Tabel 3. Ettevõtete algandmed toitainete üldbilansi leidmiseks (taliraps)

| Ettevõte          | Saak t/ha | Väetistega antud NPK kogused kg/ha |      |      |
|-------------------|-----------|------------------------------------|------|------|
|                   |           | N                                  | P    | K    |
| Agriman OÜ        | 4,3       | 153                                | 30   | 88,8 |
| FIE Erki Oidermaa | 4,4       | 235,2                              | 26,4 | 74,7 |
| Männiku Piim OÜ   | 4,6       | 201                                | 13   | 13   |
| Kõo Agro OÜ       | 4,0       | 151                                | 60   | 100  |
| Jaani Talu OÜ     | 4,3       | 158,5                              | 23,8 | 92,6 |
| Molter Agro OÜ    | 3,7       | 225                                | 15,8 | 62,3 |

Lämmastiku kogus saagis arvutati:

$N = 1) \text{ saak} \times 0,09 = \text{niiskusesisaldus}$  2)  $\text{saak} - \text{niiskus} = \text{kuivaine}$  3)  $\text{kuivaine} \times 0,183 = \text{proteiini sisaldus}$  4)  $\text{proteiinisaldus} \times 0,16 = \text{lämmastiku kogus saagis}$ .

Järgmiseks arvutati fosfori ja kaaliumi sisaldused saagis. Fosforit on saagis keskmiselt 0,36% ja kaaliumi 0,47 % kuivaines (Kanger jt., 2014).

$P = \text{saagi kuivaine} \times 0,0047$        $K = \text{saagi kuivaine} \times 0,0047$

Järgnevaks etapiks leiti põhuga eemaldatavad NPK kogused. Talirapsi saagi ja põhu suhe on 1:2,9-le (Kanger jt., 2014). Seega ühe tonni saagiga tekib 2,9 tonni põhku. Põhus on lämmastikku keskmisel 0,9 %, fosforit 1,1 kg/t ja kaaliumi 21 kg/t (Toitainete bilansikalkulaator).

$N = \text{saak} \times 2,9 \times 0,009$     $P = \text{saak} \times 2,9 \times 1,1$     $K = \text{saak} \times 2,9 \times 21$

Toitainete üldbilansi tulemused leiti kahel viisil. Esimesel viisil, kui põhk jääb peale koristust põllule ja teisel juhul, kui põhk põllult koristatakse. Põhu põllule jätmise juures liideti väetistega antud NPK kogused põhuga lisatud NPK kogustele ja lahutati saagiga eemaldataud NPK kogused. Nii saadi toitainete üldbilanss, kui põhk jääb põllule. Teisel juhul, kui põhk eemaldatai põllult lahutati väetistega antud NPK kogustest saagiga

eemaldatud NPK kogused ja omakorda lahutati ka põhuga eemaldatavad NPK kogused. Nii saadi toitainete üldbilansid, kui põhk põllult koristati.

Tabel 4. Ettevõtete algandmed toitainete üldbilansi leidmiseks (põldhernes)

| Ettevõte          | Saak t/ha | Väetistega antud NPK kogused kg/ha |      |       |
|-------------------|-----------|------------------------------------|------|-------|
|                   |           | N                                  | P    | K     |
| Helgi ja Pojad OÜ | 6,6       | 36                                 | 7    | 101   |
| Rämsi Agro OÜ     | 4,8       | 15                                 | 6,6  | 12,45 |
| HTM Grupp OÜ      | 4,2       | 17                                 | 35,4 | 58    |
| Bioman Agro OÜ    | 3,9       | 4                                  | 5,3  | 25,5  |

Peale herna saagi koristust jääb mulda juurte ja mügarbakteri jäänustega keskmiselt 100 kg lämmastikku (Niiberg, 2000). Herne proteiinisaldus on keskmiselt 23 % (Aamisepp, 1962). Lämmastikuisaldust saagis arvutati nagu talirapsilgi kuid 18,3 % proteiinisalduse asemel on hernel 23 %. Ja niiskusesisaldus on 14 % peale kuivatamist.

N= N= 1) saak x 0,14= niiskusesisaldus 2) saak-niiskus=kuivaine 3) kuivaine x 0,23 =proteiini sisaldus 4) proteiinisaldus x 0.16= lämmastiku kogus saagis.

Teiseks arvutati fosfori ja kaaliumi sisaldused saagis. Fosforit on herne kuivaines 0,45 % ja kaaliumi 1,2 % (Toitainete bilansikalkulaator)

P= saagi kuivaine x 0,0045 K= saagi kuivaine x 0,0045

Põldherne saagi ja põhu suhe on 1:2-le (Kanger jt., 2014). Lämmastikku, fosforit ja kaaliumi on herne põhus keskmiselt N-0,9%, P-0,14 % ja K-1,1 % (Toitainete bilansikalkulaator).

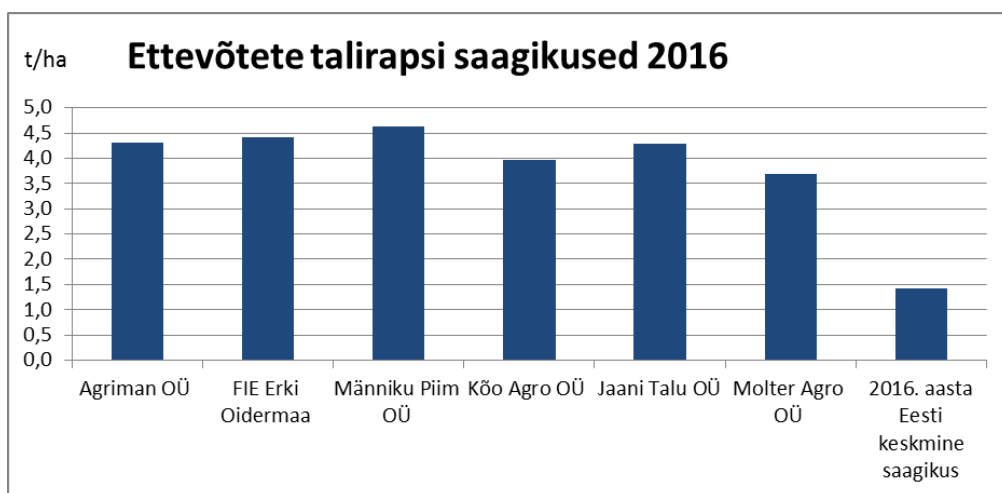
N= saak x 2 x 0,009 P= saak x 2 x 0,0014 K= saak x 2 x 1,1

Toitainete üldbilansi leidmiseks kasutati kaht viisi, esimeseks oli kui põhk jäetakse põllule ja teisel juhul põhk koristati põllult.

## 4. TULEMUS JA ARUTELU

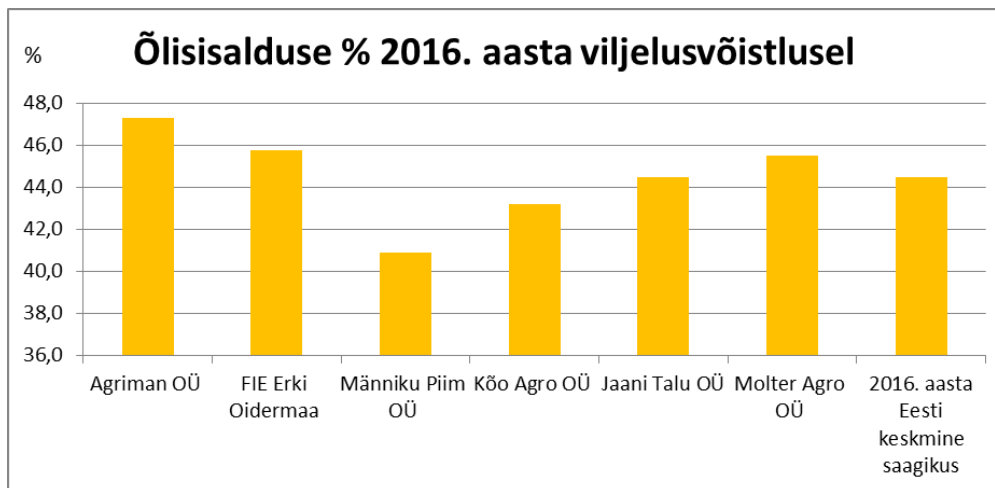
### 4.1 Ettevõtete saagikus ja kvaliteet

Eesti keskmine talirapsi saagikus aastal 2016 oli 1433 kg/ha (Eesti Statistika). Kõik ettevõtted ületasid tugevalt 2016. aasta keskmist talirapsi saagikust (Joonis 3). Kõrge saagikus viljelusvõistlusel võib tuleneda väetiste õigesti kasutamisest. Samuti mõjutab saagi suurust mullastik, õigesti ja õigeaegselt kasutatud taimekaitsevahendid.



Joonis 3. Talirapsi saagikused 2016. aasta viljelusvõistlusel.

2016 aasta Eesti keskmine õlisisaldus talirapsil oli 44,5 % (Rajapuu, 2016). Neli ettevõtet said saagi õlisisalduseks parema tulemuse, kui Eesti keskmine (Joonis 4). Paremusjärjestuselt kaks esikohta Agriman OÜ ja FIE Erki Oidermaa andsid võrreldes konkurentidega rohkem väetist ja seega võib oletada, et kõrgem õlisisaldus on tingitud suuremast väetisekogusest. Agriman OÜ andis väetist mulda 1033,2 kg/ha ja FIE Erki Oidermaa andis 1015,2 kg. Õlisisalduselt kõige kehvem oli Männiku Piim OÜ, kes andis väetist kõigest 654 kg/ha. Kõrge õlisisalduse tekkeks on taimedel vaja suurt magneesiumitarvet (Ilumäe, 2013).

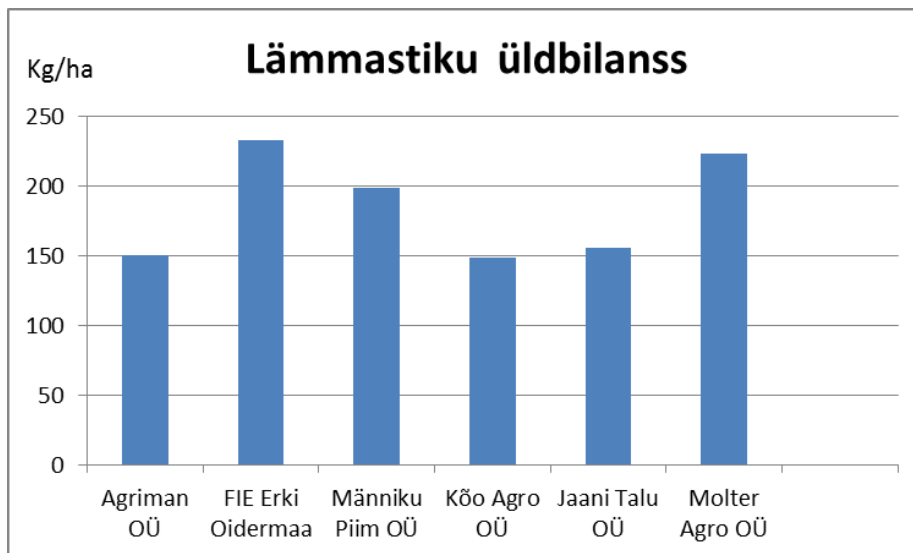


Joonis 4. 2016 aasta viljelusvõistluse talirapsi saagikvaliteet õlisisalduse näol.

#### 4.1.1 Ettevõtete toitainete üldbilansi tulemused talirapsi põldudel

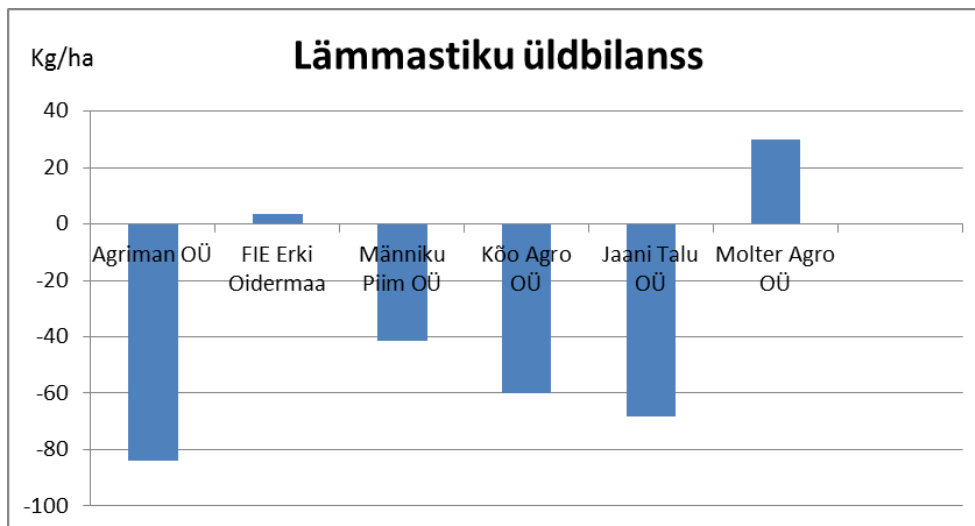
Põhu põllule jätmisel, oli lämmastiku üldbilanss tugevalt positiivne, kuna mineraalväetistega anti tunduvalt rohkem lämmastikku, kui saagiga eemaldati (Joonis 5). Samuti aitab bilansi positiivsusele kaasa põhk, mille lämmastikuisaldus on keskmiselt 0,9 % (Toiteelementide... 2013). Mullaviljakuse säilitamiseks tuleks saagiga eemaldatavast kogusest mulda tagasi viia 65-80% lämmastikust, 75-85% fosforist ning 70-100% kaaliumist (Tamm jt 2009). Antud ettevõtted andsid kõik mullale rohkem lämmastikku, kui saagiga eemaldati. Kõige positiivsema lämmastiku üldbilansi sai FIE Erki Oidermaa, kes andis 235,2 kg/ha, mis oli võrreldes teistega tunduvalt rohkem. Kõige vähem lämmastikku andis Kõo Agro OÜ, 151 kg/ha, millest tulenes ka kõige negatiivsem lämmastiku üldbilanss. Suure positiivse bilansitulemuse sai ka ettevõtte Molter Agro OÜ, kes andis samuti rohkesti lämmastikku (225 kg/ha). Saak oli ettevõttel küll kõigest 3,7 t/ha, millest tekkis vähem põhku, mis lämmastikku mullale tagastab, kuid suur kogus lämmastikväetist kompenseeris põhuga saamata jäänud lämmastiku. Põhu sissekündmisel on vaja anda lisälämmastikku kuskil 20-30 kg/ha kohta. Lisa lämmastiku on vaja selleks, et põhk paremini laguneks ja taimed ei vaevleks seetõttu lämmastiku puuduse käes. (Kanger jt., 2014). Lämmastikväetistega ja samuti põhuga lisatud lämmastikust leostub Eestis keskmiselt 6% (Kärblane jt., 2002).





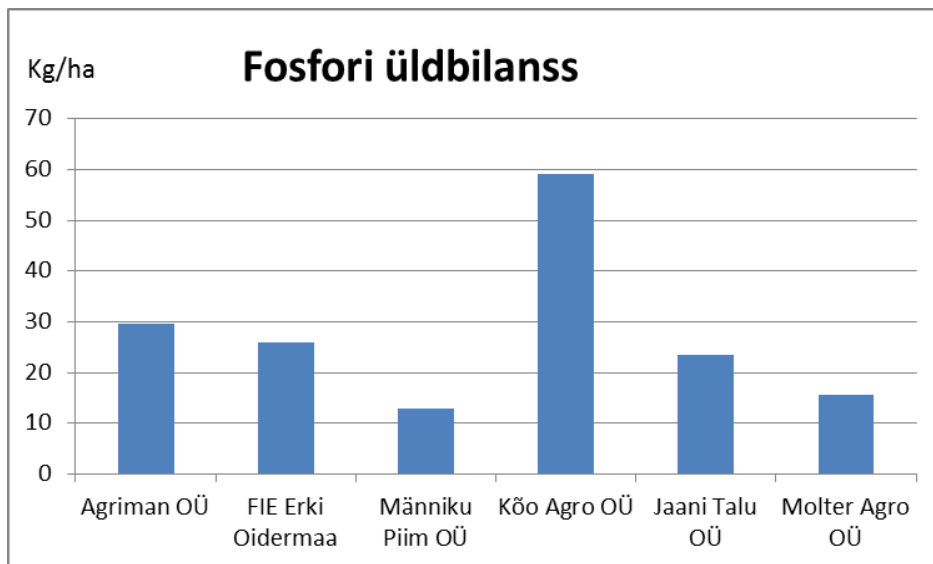
Joonis 5. Lämmastiku üldbilanss rapsi kasvatamisel, kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.

Antud juhul, kui põhk põllult koristati, jäid ainult kaks ettevõtet lämmastiku üldbilanssiga positiivseks (Joonis 6). Molter Agro OÜ positiivne lämmastiku bilanss on tingitud sellest, et saagikus oli võrreldes teistega kõige madalam, seega eemaldati mullast saagiga lämmastikku kõige vähem. Samuti oli positiivne lämmastikubilanss FIE Erki Oidermaal, kes suure saagiga eemaldas küll rohkesti lämmastikku, aga andis väetistega veel rohkem tagasi. Molter Agro OÜ andis 225 kg/ha lämmastikku ja FIE Erki Oidermaa andis 235,2 kg/ha lämmastikku. Kõige negatiivsema bilansitulemuse sai Agriman OÜ, kes andis lämmastikku mulda 153 kg/ha, mis on võrreldes kõige positiivsemast lämmastiku bilansitulemusest 72 kg/ha vähem. Lämmastiku bilansitulemus sõltus eelkõige sellest, kui palju väetisega lämmastikku lisati ja mida suurem saak seda rohkem lämmastikku saagi ja põhuga eemaldati.



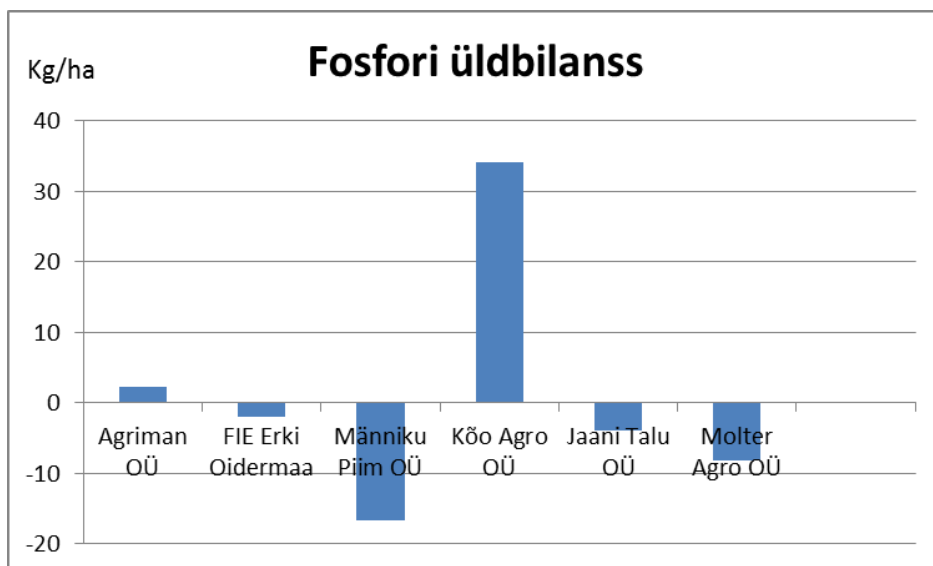
Joonis 6. 2016. aasta viljelusvõistluse lämmastiku üldbilanss rapsi põldudel kui põhk koristatakse põllult.

Ka fosfori bilansid jäid kõik positiivseks, ehk väetistega anti rohkem fosforit kui saagiga eemaldati (Joonis 7). Rapsi põhus on fosforit 1,1 kg/t, seega iga tonn põhku annab mullale 1,1 kg fosforit (Väetamise ABC). Tuntav erinevus bilansitabelis on ettevõttel Kõo Agrol, kelle fosfori bilanss on teistest tunduvalt rohkem positiivne. See on tingitud sellest, et ettevõtte andis 60 kg/ha fosforit, kuid teised ettevõtted andsid keskmiselt kaks korda vähem. 60 kilogrammi fosforit andis ettevõtte mineraalväetiste ja sõnnikuga kokku. Sõnniku liigiks oli veise tahesõnnik, mille NPK sisaldused on vastavalt 5,4 kg/t, 1,2kg/t ja 4,1 kg/t (Tamm, Vettik, 2013). Sõnnikut anti kokku 40 tonni, mille NPK sisaldused vabanevad esimesel aastal vastavalt 35%, 60% ja 65% (Põllumajanduse Ministeerium). Seega anti mineraalväetistega 31,2 kg ja sõnnikuga 28,8 kg fosforit. Samuti oli Kõo Agro OÜ nelja tonnine saak alles viies, seega saagi ja põhuga ei eemaldatud nii palju fosforit kui Männiku Piim OÜ, kelle saagiks oli 4,6 tonni. Kui kõige parema tulemuse saanud Kõo Agro OÜ andis fosforit väetistega kokku 60 kg/ha siis kõige negatiivsema tulemuse saanud Männiku Piim OÜ andis kõigest 15 kg/ha.



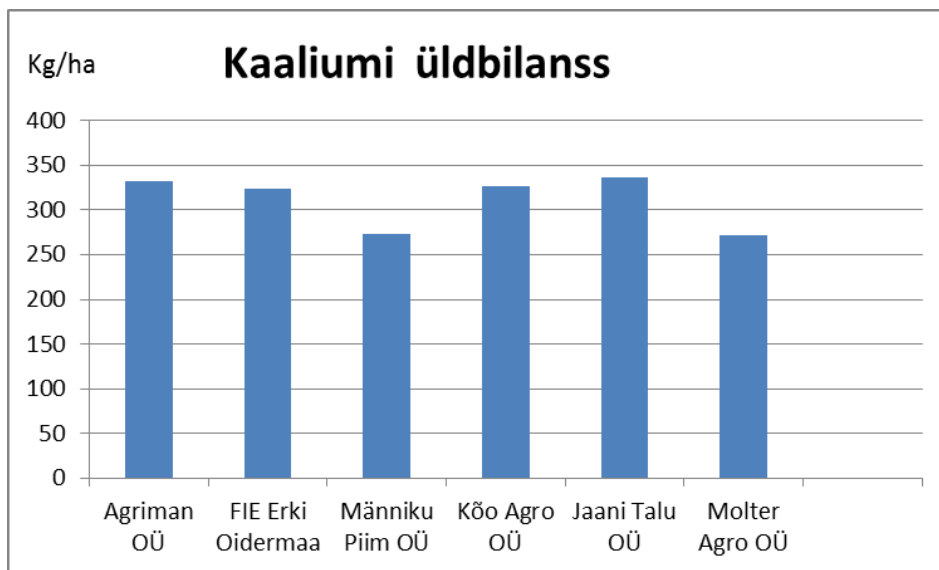
Joonis 7. Fosfori üldbilanss rapsi kasvatamisel kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.

Mida suurem saak ettevõttel oli, seda rohkem eemaldati põhuga fosforit (Joonis 8). Fosforit on rapsi põhus 1,1 kilogrammi tonnis (Väetamise ABC). Männiku Piim OÜ saagikuseks oli 6,6 t /ha, mis oli võrreldes konkurentidega kõige parem. Seega eemaldati põhu ja saagiga tunduvalt rohkem fosforit.



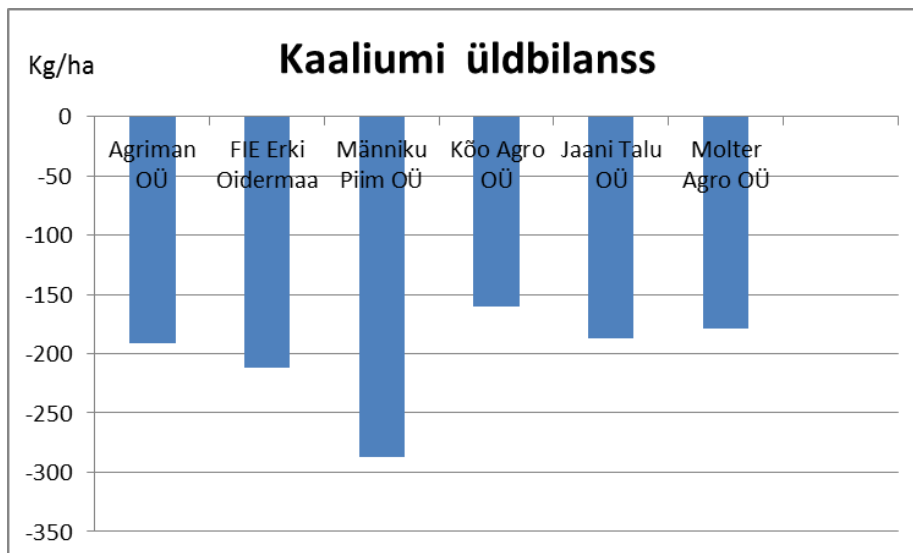
Joonis 8. 2016. aasta viljelusvõistluse fosfori üldbilanss rapsi põldudel kui põhk koristatakse põllult.

Kaaliumi üldbilansi tugevalt positiivsed tulemused on tingitud põhust (Joonis 9). Rapsi põhus on kaaliumit 21 kg/t (Kanger jt., 2013). Iga tonni põhuga eemaldatakse 21 kilo kaaliumit. Rapsi saagi ja põhu suhe on 2:2,9-le, seega iga tonni saagile vastab 2,9 tonni põhku (Kanger jt., 2013). Seega on väga oluline mulla viljakuse parandamiseks põhk põllule jätta. Kõige parema tulemuse sai Jaani Talu OÜ, kes viis mulda 92,6 kg/ha kaaliumi. Lisaks suurele saagikusele 4,3 tonni, andis põhk suure koguse kaaliumi mulda. Kõige kehvema tulemuse sai Männiku Piim OÜ, kes andis mulda 13 kg kaaliumi, mis on võrreldes kõige paremast bilansitulemusest 79,6 kg vähem.



Joonis 9. Kaaliumi üldbilanss rapsi kasvatamisel kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel

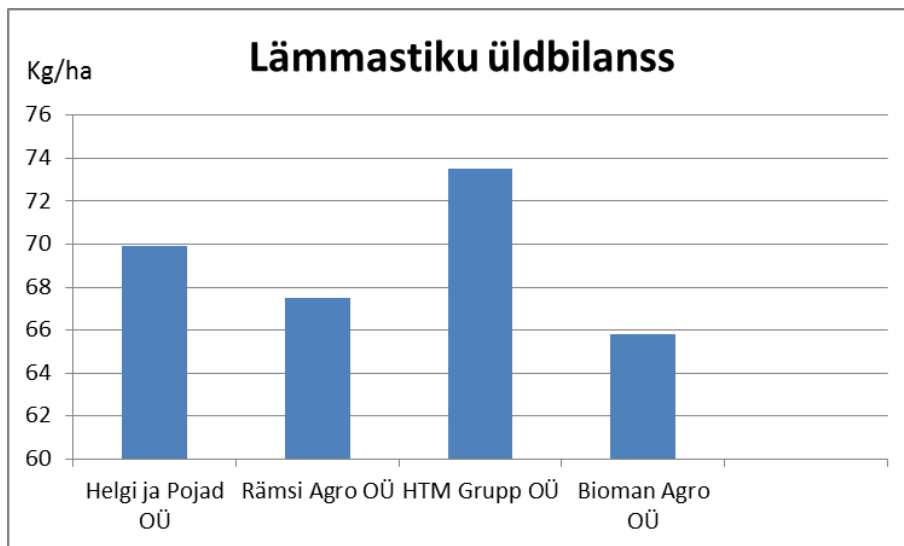
Seemnetega viiakse kaaliumi ära 0,47 %, see on märkimisväärselt vähem kui põhuga eemaldatav kogus (Joonis 10). Kõige negatiivsema bilansitulemuse sai Männiku Piim OÜ, kelle suure saagikuse juures 6,6 t/ha, eemaldati põhuga ka kõige rohkem fosforit. Samuti mängis rolli see, et väetisega anti kõige vähem kaaliumi mulda.



Joonis 10. 2016. aasta viljelusvõistluse kaaliumi üldbilanss rapsi põldudel kui põhk koristatakse põllult.

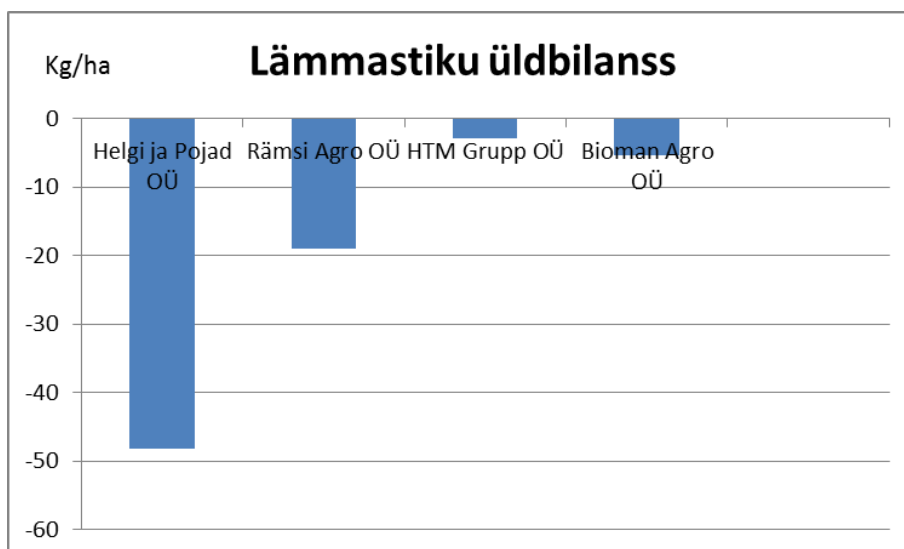
## 4.2 Ettevõtete toitainete üldbilansid põldherne põldudel

Lämmastiku üldbilansid jäid kõigil ettevõtetel positiivseks (Joonis 11). Kõige negatiivsem lämmastiku bilansitulemus ja kõige vähem lämmastikku andis ettevõtte Bioman Agro OÜ (N4 kg/ha). Bioman Agro OÜ saagikus oli ka kõige kehvem (3,9 t/ha). Väikese saagikusega viidi mullast ka vähem lämmastikku välja. Kõige positiivsem lämmastiku üldbilanss oli ettevõttel HTM Grupp OÜ. Ettevõtte andis väetisega 17 kg/ha lämmastikku, mis tagas saagiks 4,2 t/ha. 4,2 tonnise saagiga ei eemaldatud nii palju lämmastikku kui bilansitulemuselt teisel kohal olev ettevõtte Helgi ja Pojad OÜ. Helgi ja pojad OÜ hernesaa oli kõige suurem 6,6 t/ha ja väetisega anti lämmastikku mulda kõige rohkem 36 kg/ha kuid suure saagikuse tagajärjel eemaldati saagiga mullast suur kogus lämmastikku. Siit võib oletada, et suurem kogus lämmastikku võib tagada suurema saagikuse. Hernes on liblikõieline kultuur, mis tänu mügarbakterite olemasolule suudab 70-80% ulatuses vajaminevast lämmastikust endale hankida. Ülejäänud 20-30% võtab taim mullavarudest. Kuid parem on puudujääv osa anda mineraalväetistega, kui mügarbakter pole veel elutegevust alustanud (Raudseping jt., 2000).



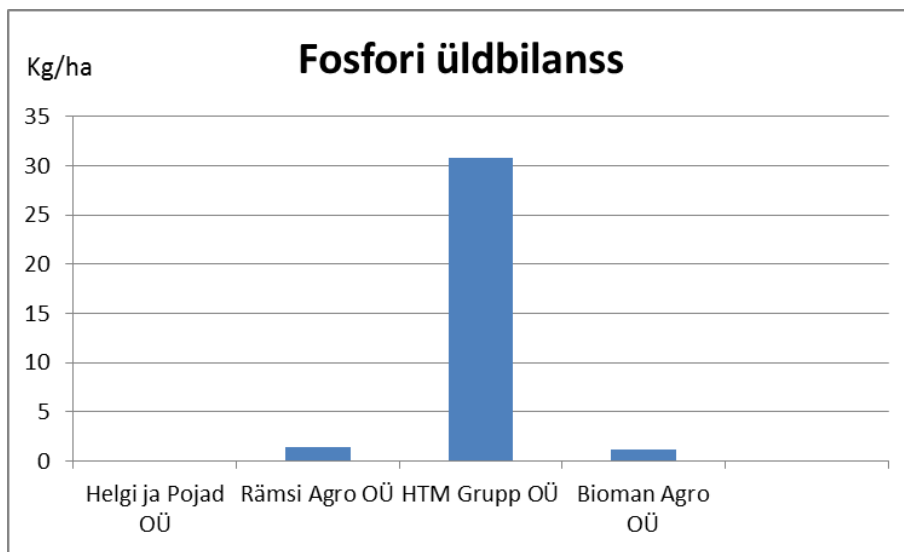
Joonis 11. Lämmastiku üldbilanss herne kasvatamisel kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.

Põhu koristamisega põllult muutusid kõigi ettevõtete lämmastiku üldbilansid negatiivseteks (Joonis 12). Kõige positiivsema tulemuse sai HTM Grupp OÜ, kelle saagikus oli 4,2 t/ha. Kõige negatiivsema tulemuse sai Helgi ja Pojad OÜ, kelle saagikuseks oli 6,6 t/ha. 2,4 tonnise saagikuse vahega viis ettevõtte Helgi ja Pojad OÜ põhuga mullast välja ligi 43,2 kg rohkem lämmastikku kui ettevõtte HTM Grupp OÜ.



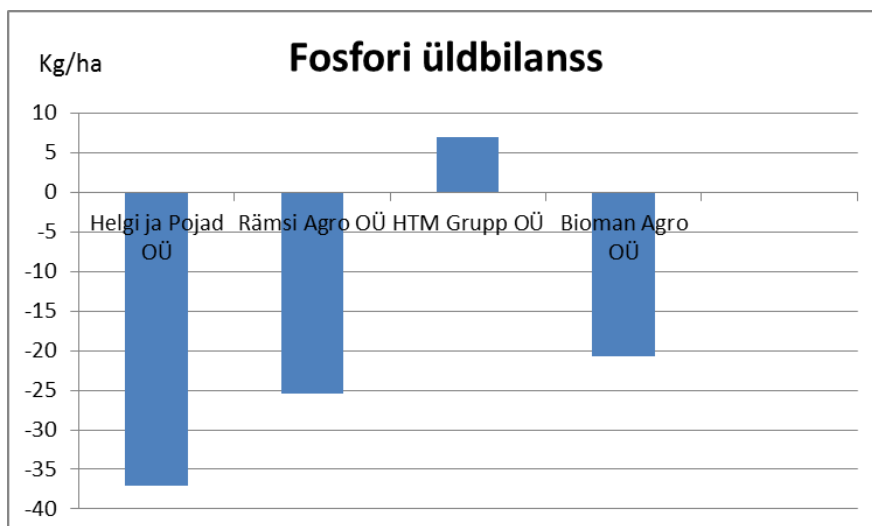
Joonis 12. 2016. aasta viljelusvõistluse lämmastiku üldbilanss herne põldudel kui põhk koristatakse põllult.

Fosfori üldbilansi tulemused põhu põllule jätmisel olid kõigil ettevõtetel positiivsed (Joonis 13). Ettevõtte HTM Grupp OÜ fosfori üldbilanss on teistest positiivsem, kuna väetisega anti fosforit võrreldes teiste ettevõtete keskmisest 30 kg/ha rohkem. HTM Grupp OÜ saagikus oli 4,3 tonni. Saagiga eemaldatav fosfori kogus on tunduvalt väiksem kui 6,6 tonnise saagikusega Helgi ja Pojad fosfori kogus. Kõige negatiivsema tulemuse fosfori üldbilansi puhul sai Helgi ja Pojad OÜ. Helgi ja Pojad OÜ ettevõtte andis mulda 7 kg/ha fosforit. 6,6 tonnise saagikusega veeti fosforit 25,5 kg mullast ära, kuid suure saagiga tekkis ka palju põhku, mis kompenseeris saagiga eemaldatud fosforikadu. Fosfori nõudlus hernel on 40-50 kg/ha ning kaaliumil 20-25 kg/ha (Raudseping jt., 2000).



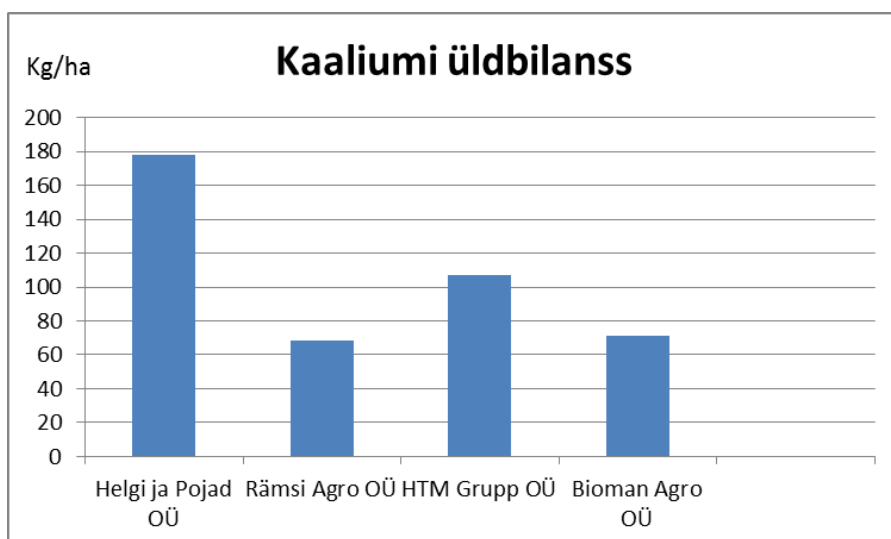
Joonis 13. Fosfori üldbilanss herne kasvatamisel kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.

Põhu koristamise korral jäi vaid üks ettevõtte fosfori üldbilansiga positiivseks (Joonis 14). Ainuke ettevõtte, kes suutis oma fosfori üldbilansi peale põhu koristamist positiivseks jätta oli HTM Grupp OÜ. Bioman Agro OÜ oli bilansitulemuselt järgmine. Ettevõtte saagikus oli kõigest 3,9 t/ha, millest põhuga ei eemaldatud nii palju fosforit kui 6,6 tonnilise saagi põhuga, mis oli ettevõttel Helgi ja Pojad OÜ.



Joonis 14. 2016. aasta viljelusvõistluse fosfori üldbilanss herne põldudel kui põhk koristatakse põllult.

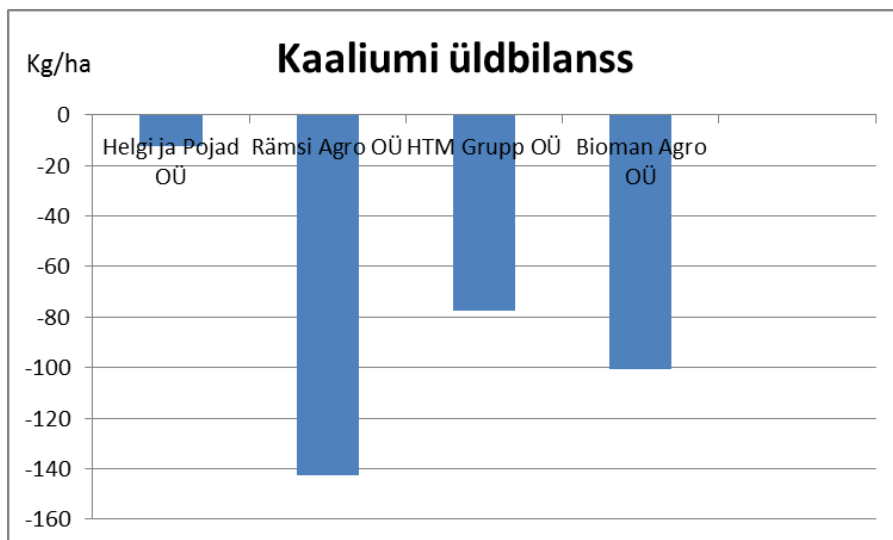
Kaaliumi puhul on samuti bilansid positiivsed (Tabel 15), kuna põhu põllule jätmise puhul annab iga tonn põhku mulda 1,1 kg kaaliumi (Toitainete bilansikalkulaator). Kaaliumi bilansi puhul oli kõige positiivsem tulemus samuti ettevõttel Helgi ja Pojad. Väetisega lisati kaaliumi mulda 101 kg/ha-le. Samuti annab 6,6 tonnine saak kõvasti põhku, mis omakorda suurendab mulla kaaliumisisaldust. Kõige negatiivsema tulemuse sai Rämsi Agro OÜ, kes andis mulda 12,45 kg/ha –le kaaliumi. Võrreldes Helgi ja Pojad saagiga mis oli 6,6 t/ha, sai Rämsi Agro OÜ 1,8 t/ha vähem saaki. Sellest tulenevalt ei ole põhu kogus nii suur kui liidril ja seega jääb hulga fosforit põhuga mulda viimata.



Joonis 15. Kaaliumi üldbilanss herne kasvatamisel kui põhk jääb põllule 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.



Põhu koristamise korral jäid kõigi ettevõtete kaaliumi üldbilansid negatiivseks (Joonis 16). Kõige negatiivsema bilansitulemuse sai Räksi Agro OÜ, kelle saagikus oli 4,8 t/ha ja kaaliumi anti põllule 12,45 kg/ha. Suure saagikusega tekkis ka palju põhku, mis kaaliumi mullast välja viis. Põhu koristamisel peab väetistega andma sama palju kaaliumit tagasi, kui põhuga eemaldati, siis on võimalik bilanss positiivseks muuta.



Joonis 16. 2016. aasta viljelusvõistluse kaaliumi üldbilanss herne põldudel kui põhk koristatakse põllult.

Rapsikasvatuses tagas suure saagikuse ja parima kvaliteedi Kõo Agro OÜ. Head tulemused nii saagikuses kui kvaliteedinäitajate poolest tagas ettevõttele suuremad väetisenormid. Koos mineraalväetistega anti ka sõnnikut, mis tõstis oluliselt fosfori ja kaaliumi kogust mullas. Sellest tulenevalt sai taim piisavalt põhitoiteelemente, et kasvatada kvaliteetne saak.

Herne puhul sai märkimisväärselt suure tulemuse ettevõtte Helgi ja Pojad OÜ. Ettevõtte saagiks oli 6,6 t/ha. Suur saak tagati õigete väetisenormide kasutamisega. Lämmastikku anti põllule 36 kg/ha, fosforit 7 kg/ha ja kaaliumi 101 kg/ha. Hernel on kasvuperioodil suur fosfori ja kaaliumi vajadus. Ettevõtte andis teistest märkimisväärselt rohkem kaaliumi, mis täitis herne kasvuaegsed kaaliumivajadused ja sellest tulenevalt saagikus kasvas.

Tulemused näitasid, et kui taimele tagada väetistega piisavalt toiteelemente, kasvatab taim suure ja kvaliteetse saagi. Oluliseks faktoriks suure ja kvaliteetse saagi saamiseks on orgaanilise väetise kasutamine, mida tõestas ettevõtte Kõo Agro OÜ.

## KOKKUVÕTE

Antud uurimistöö eesmärgiks oli leida talirapsi ja põldherne toitainete üldbilansid 2016. aasta viljelusvõistluse põldudel.

Töös sai loodud hüpotees, et toitainete üldbilanss peale viljelusvõistluse lõppu jääb positiivseks, kuna väetistele pannakse võistlustel suuremat rõhku kui tavaliselt. Bilansitulemustest selgus, et õige väetamise korral saadakse taimedel suur biomass, mis omakorda tähendab suuremat saaki. Sellest tulenevalt tagastatakse põhuga piisavalt palju taimetoiteelemente, et toitainete üldbilanss jääb positiivseks peale saagi koristust.

Talirapsi lämmastiku üldbilansis kõige paremad tulemused said FIE Erki Oidermaa, kes andis ka kõige rohkem lämmastikku mulda 235,2 kg/ha.. Järgnesid ettevõtted Molter Agro OÜ (N225 kg/ha) ja Männiku Piim OÜ(N 201 kg/ha), kes samuti andsid mulda suurema koguse lämmastikku kui teised.

Talirapsi põldude fosfori üldbilansi positiivsemad tulemused said ettevõtted Kõo Agro OÜ, Agriman OÜ ja FIE Erki Oidermaa. Teistest parem bilansitulemus tulenes mulda antud suurest fosforväetise kogusest. Kõo Agro OÜ andis fosforit 60 kg/ha, Agriman OÜ 30 kg/ha ja FIE Erki Oidermaa 26,4 kg/ha.

Positiivsemad tulemused kaaliumi üldbilansist said ettevõtted Jaani Talu OÜ, Agriman OÜ ja FIE Erki Oidermaa. Nende ettevõtete saagikused olid suured, millega eemaldati küll mullast palju kaaliumit, kuid tagastati põhuga hulgaliselt rohkem.

Kõige suurem saagikus talirapsil oli Männiku Piim OÜ-1 (4,6t/ha), kes andis lämmastikku 201 kg/ha fosforit 13 kg/ha ja kaaliumi 13 kg/ha. Saagikuselt järgmine oli FIE Erki Oidermaa (4,4t/ha), kes andis lämmastikku 235,2 kg/ha, fosforit 26,4 kg/ha ja kaaliumi 74,7 kg/ha. Kolmas oli Agriman OÜ(4,3 t/ha) , kes andis lämmastikku 153 kg/ha, fosforit

30 kg/ha ja kaaliumi 88,8 kg/ha.

Talirapsi kvaliteedinäitajate poolest parimad olid Kõo Agro OÜ, Agriman OÜ ja FIE Erki Oidermaa. Õlisisaldus saagis oli Kõo Agro OÜ-l 43,2 %, Agriman OÜ-l 47,3 % ja FIE Erki Oidermaal 45,8%. 2016. aasta Eesti keskmine õlisisaldus talirapsil oli 44,5 %. Antud ettevõtted said kvaliteetsema saagi, kuna andsid mullale rohkesti kaaliumi. Kõo Agro OÜ andis fosforit 100 kg/ha, Agriman OÜ andis 88,8 kg/ha ja FIE Erki Oidermaa andis 74,7 kg/ha.

Herne kasvatamisel lämmastiku üldbilansi poolest kõige positiivsemad tulemused said HTM Grupp OÜ, Helgi ja Pojad, Rämsi Agro OÜ. Ettevõtte HTM Grupp OÜ andis 17 kg/ha, Helgi ja Pojad OÜ andis 36 kg/ha ja Rämsi Agro OÜ andis 15 kg/ha lämmastikku.

Fosfori üldbilansi paremusjärjestus oli HTM Grupp OÜ, Rämsi Agro OÜ ja Bioman Agro OÜ. HTM Grupp OÜ andis 35,4 kg/ha, Rämsi Agro OÜ andis 6,6 kg/ha ja 5,3 kg/ha fosforit.

Kaaliumi üldbilansi parimad olid Helgi ja Pojad OÜ, HTM Grupp OÜ ja Bioman Agro OÜ. Ettevõtte Helgi ja Pojad OÜ andis 101 kg/ha, HTM Grupp OÜ andis 58 kg/ha ja Bioman Agro OÜ andis 25,5 kg/ha kaaliumi.

Saagikuselt kui ka kvaliteedilt esikoht Helgi ja Pojad OÜ- 6,6 t/ha. Järgnes Rämsi Agro 4,8 t/ha ja kolmandaks HTM Grupp OÜ- 4,2 t/ha. Helgi ja pojad andsid NPK-d mulda vastavalt 36 kg/ha, 7 kg/ha ja 101 kg/ha. Nii saagikuselt (3,9 t/ha) kui ka kvaliteedi poolest viimaseks jäänud Bioman Agro OÜ andis mulda NPK-d 4 kg/ha 5,3 kg/ha ja 25,5 kg/ha. Siit saab järeldada, et mida rohkem väetistega NPK-d antakse, seda suurem on saagikus.

Kokkuvõtvalt võib järeldada, et peale saagikoristust, kui põhk põllule jäetakse, paraneb talirapsi ja põldherne mullaviljakus, kuna toitaineid jääb mulda rohkem kui saagiga eemaldati. Põhu koristamisel oli oluline roll väetiste kogustel. Kui väetistega anti piisav kogus toitaineid, suudeti üldbilanss positiivne hoida.

## KASUTATUD KIRJANDUS

**A. Astover, M. Shanskiy ja E. Lauringson.** Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut (2015). Rapsi, nisu, rukki, odra ja tritikale viljeluse keskmiste kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise meetodika väljatöötamine ja rakendamine Eestis.

**Aamisepp, I.**, (1962). Kasvatame suuri hernesaa. Tallinn, lk 3-5, 9-23

**Abawi, S. G., Cobb, A., Dillard, H., Grubinger, V., Gugino, B., Hadad, R., Helms, M., Kikkert, J., McGrath, T. M., Mohler, L. C., Nault, B., Rangarajan, A. Zitter, A. C.** 2014. Production guide for organic peas for processing. NYS IPM Publication No. 137, 3 p.

**Agriman OÜ mullastik**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=425036.574572671,6480565.38144628,427501.253769175,6481662.77476621&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=425036.574572671,6480565.38144628,427501.253769175,6481662.77476621&LANG=1) (03.05.2017)

**Astover, A.** 2006 (2010). Mullateaduse alused. Eesti Maaülikool.

<http://www.eau.ee/~tamm/Mullateadus/Mulla%20lisa%20failid/Mullateadus-%FCDosa2010%5B1%5D.pdf> (16.03.2017)

**Bioman Agro OÜ**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=617054.162182126,6445822.76934202,618775.356624627,6446589.12761136&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=617054.162182126,6445822.76934202,618775.356624627,6446589.12761136&LANG=1) (03.05.2017).

**Bowren, K.E., V.O. Biederbeck, H.A. Bjarne, S.A. Brandt, B.P. Goplen, J.L. Henry, H.**

**Ukrainetz, T. Wright and L.A. McLean.** (1986). - Soil and crops Branch, Bul. M10-86.02. pp. 24..

**Brandt, K., Mølgaard, J.P.**, 2001. Journal of the Science of Food and Agriculture. Featured Article, Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? Denmark. lk 925

**E. Ilumäe.** (2013). Talirapsi kasvatamine- *Eesti maaviljeluse instituut*. Lk 8-32.

**Eesti Biodünaamika Ühing.** (1993) Väetamine-maa elustamine. Lk 3-4.

Eesti Statistika <http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/Saveshow.asp> (18.05.2017).

**FIE Erki Oidermaa OÜ**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=695826.219327945,6432684.47840194,697653.690762217,6433498.15628228&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=695826.219327945,6432684.47840194,697653.690762217,6433498.15628228&LANG=1) (03.05.2017).

**H. Kärblane, E. Hannolainen, J. Kanger, L. Kevvai** 2002. Taimetoitainete bilansist Eesti maaviljeluses [http://agrt.emu.ee/pdf/2002\\_4\\_karblane.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2002_4_karblane.pdf) (16.03.2017)

### **Helgi ja Pojad OÜ**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=525304.743367866,6428948.32702194,527679.134609319,6430005.51981643&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=525304.743367866,6428948.32702194,527679.134609319,6430005.51981643&LANG=1) (03.05.2017).

### **Hernes, MES nõuandeteenistus**

[http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/teraviljakasvatus/hernes#.WO4px\\_mGPI](http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/teraviljakasvatus/hernes#.WO4px_mGPI)  
[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=634624.645841217,6468721.48914909,636830.901203259,6469703.81979066&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=634624.645841217,6468721.48914909,636830.901203259,6469703.81979066&LANG=1) (03.05.2017)

**J.Kanger, T. Kevvai, L. Kevvai, H. Kärblane, A. Astover, E. Ilumäe, E. Lauringson, V. Loide, P. Penu, L. Rooma, K. Sepp, L. Talgre, U. Tamm.** (2014). Väetamise ABC. Lk 40.

### **Jaani Talu OÜ mullastik**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=668326.016437537,6577645.52504622,670495.510967168,6578611.48800312&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=668326.016437537,6577645.52504622,670495.510967168,6578611.48800312&LANG=1) (03.05.2017)

**K.Kaarli.** (1998). Hernes ja Uba- *Jämeda Öppe ja Nõuandekeskus*. Lk 10-23.

**K.Tamm, R.Vettik** , (2013). Sõnnikulaotustehnoloogiad, mõju keskkonnale ja tasuvus. Lk 8.

**K.Tamm, R.Vettik, T.Võsa, J.Siim, P.Viil** , (2013). Väetiste käsitlestehnoloogiad ja –masinad.

[http://www.pikk.ee/upload/files/Vaetiste\\_kaitlustehnoloogiad\\_1.pdf](http://www.pikk.ee/upload/files/Vaetiste_kaitlustehnoloogiad_1.pdf) (21.03.2017).

**Ketterings, Q.M., Albrecht, G., Beckman, J.** 2005. Soil pH for Field Crops. Cornell Univesity, Nutrient Management Program, 2lk

**Kuldkepp, P.** (2002). Põllukultuuride väetamine. Lk 14-17.

### **Kõo Agro OÜ mullastik**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=598868.864142786,6500190.72836976,600423.108237373,6500882.75234163&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=598868.864142786,6500190.72836976,600423.108237373,6500882.75234163&LANG=1) (03.05.2017)

**Lafitte, H.R., Edmeades, G.O.** (1994). Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize II: Grain yield, biomass production, and N accumulation. - Field Crops Research 39 (1). pp. 15–25.

**Mazzoncini, M., Sapkota, T.B., Barberi, P., Antichi, D., Risaliti, R.** 2011. Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. Soil and Tillage Research 114:165-174

### **Molter Agro OÜ**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=677123.547731042,6487758.13396837,678439.700825844,6488344.14841451&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=677123.547731042,6487758.13396837,678439.700825844,6488344.14841451&LANG=1) (03.05.2017)

### **Männiku Piim OÜ**

[http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app\\_id=UU38&user\\_id=at&bbox=668790.514418136,6466921.47508188,670987.118392324,6467899.50846295&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU38&user_id=at&bbox=668790.514418136,6466921.47508188,670987.118392324,6467899.50846295&LANG=1) (03.05.2017)

**Nielsen, D.C.** (2001). Production functions for chickpea, field pea and lentil in Central Great Plains. - Agronomy Journal, vol. 93. pp. 563–569.

**Põldhernes ASTRONAUTE** <http://www.balticagro.ee/seemned/hernes/astronaute> (11.04.2017).

**Põldhernes AVANGER** <http://www.oilseeds.ee/et/est/poldhernes-avenger> (11.04.2017).

**Põldhernes CASABLANCA** <http://www.balticagro.ee/seemned/hernes/casablanca> (11.04.2017).

**Põllukultuuride kasvupind** <https://www.stat.ee/34222> (30.03.2017).

Põllumajandus ministeerium  
[https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/Hea\\_pollumajandustava.pdf](https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/Hea_pollumajandustava.pdf)  
 (20.05.2017).

**R.Roositalu.** (2015). Viljelusviiside mõju herne saagikusele-bakalaureuse töö. Lk 37-38.

**Rajapuu.E-** Saagi kvaliteet 2016  
[http://taim.etki.ee/taim/public/images/Ettekanded/Viljelusvoistlus/7\\_EiliRajapuu.pdf](http://taim.etki.ee/taim/public/images/Ettekanded/Viljelusvoistlus/7_EiliRajapuu.pdf) (18.05.2017).

**Raudseping, M., Kalev, S., Niiberg, T.,** 2000. Hernes aias ja köögis. lk 15-18, 38-42

**Seefeldt, S.** 2013. Animal Manure as Fertilizer. University of Alaska Fairbanks. Cooperative Extension Service. <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/50720.pdf> (17.05.2017)

Taimedele vajalikud toiteelemendid ja nende kasutamine.  
<https://kolmeiduleheline.wordpress.com/2015/04/22/taimede-toitmine/> (19.05.2017).

**Taliraps IMISTAR** <http://www.balticagro.ee/seemned/taliraps/taliraps-dk-imistar-cl> (02.04.2017).

**Taliraps MERCEDES** <http://asat.ee/taliraps/mercedes-hubriid/> (02.04.2017).

**Taliraps MINERVA** <http://www.balticagro.ee/seemned/taliraps/taliraps-minerva> (02.04.2017).

**Taliraps SEQUOIA** <http://www.balticagro.ee/seemned/taliraps/taliraps-dk-sequoia> (02.04.2017).

**Tamm, I., Astover, A., Kuk, L., Roostalu, H.** (2009). Muutused Eesti põllumuldade toiteelementide bilanssides perioodil 1996-2006. – Agronoomia 2009 /Toimetajad Tamm, S., Schmidt, R. Eesti Maaülikool, Tartu: Paar OÜ, lk 12-17.

**Tkachuk, R.** (1969). Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Cereals and Oilseed Meals. Grain Research Laboratory. Winnipeg, Manitoba. 419–423 lk.

**Toitainete bilanss taimede väetamisel.** <http://eestifosforiit.ee/toit-ja-fosfor/eesti-poldude-toitainevajadus> (18.03.2017)

Toiteelementide bilansi arvutamise kalkulaator  
<http://www.pikk.ee/balticdeal/praktikad/vaetamine/?newsID=470> (15.05.2017).

**UNIDO 1998.** Fertilizer Manual. United Nations Industrial Development Organization, Int'l Fertilizer Development Center Springer, 1998. 698 pp.

**Wander, M.** (2014). Managing Manure Fertilizers in Organic Systems.  
<http://articles.extension.org/pages/18628/managing-manure-fertilizers-in-organic-systems>  
 (19.05.2017).

**2016 a Ilmaülevaade Estis** [http://www.ilmateenistus.ee/wp-content/uploads/2017/01/2016\\_ilmaylevaade.png](http://www.ilmateenistus.ee/wp-content/uploads/2017/01/2016_ilmaylevaade.png) (18.04.2017).

## SUMMARY

The goal for the thesis at hand was to calculate the overall balance sheet for the tillage competition fields growing winter rape and peas in 2016.

The work established a hypothesis that the overall balance sheet will remain positive after the tillage competition, since the use of fertilisers will receive greater attention than usual. The balance sheet results showed that in the case of correct fertilisation plants will have a greater biomass, which in turn means greater yield. In accordance to this, enough plant nutrients will be returned by straw so that the overall nutrient balance sheet will remain positive after the harvest.

The best position on the winter rape's overall nitrogen balance sheet was achieved by FIE Eriki Oidermaa, who used the most nitrogen fertiliser 235,2 kg/ha. Molter Agro OÜ followed with 225 kg/ha N usage and Männiku Piim OÜ with 201 kg/ha, who also used a greater amount of nitrogen than the rest.

The best results on the winter rape's overall balance sheet was achieved by Kõo Agro OÜ, Agriman OÜ and FIE Erki Oidermaa. Better balance sheet results from others was due to greater amounts of nitrogen fertiliser in the soil. Kõo Agro OÜ used phosphorus 60 kg/ha, Agriman OÜ 30 kg/ha and FIE Erki Oidermaa 26.4 kg/ha.

The best results on the overall potassium balance sheet was achieved by Jaani Talu OÜ, Agriman OÜ and FIE Erki Oidermaa. The yield for those enterprises were great, which although removed much of the potassium from the soil, but the straw left on the field returned quantitatively more potassium.

The highest yield for winter rape was achieved by Männiku Piim OÜ with 4.6 t/ha, who used nitrogen 201 kg/ha, 13 kg/ha phosphorus and 13 kg/ha potassium. Second in yield was FIE Erki Oidermaa with 4.4 t/ha who used nitrogen 235,2 kg/ha, 26.4 kg/ha

phosphorus and 74,7 kg/ha potassium. Third in yield was Agriman OÜ with 4.3 t/ha who used nitrogen 153 kg/ha, phosphorus 30 kg/ha and potassium 88.8 kg/ha.

The best qualitative indicators belonged to Kõo Agro OÜ, Agriman OÜ and FIE Erki Oidermaa. Oil content in yield was 43.2% for Kõo Agro OÜ, 47.3% for Agriman OÜ and 45.8% for Erki Oidermaa. The average oil content of winter rape in Estonia in 2016 was 44.5%. The aforementioned enterprises had greater quality in their yield since they used plenty of potassium. Kõo Agro OÜ used 100 kg/ha phosphorus, Agriman OÜ 88.8 kg/ha and FIE Erki Oidermaa 74.7 kg/ha.

The best results on the overall pea balance sheet was achieved by HTM Grupp OÜ, Helgi ja Pojad OÜ and Rämsi Agro OÜ. HTM Grupp OÜ used 17 kg/ha, Helgi ja Pojad OÜ used 36 kg/ha and Rämsi Agro OÜ used 15 kg/ha of nitrogen.

The ranking list according to the overall phosphorus balance sheet was as follows: HTM Grupp OÜ, Rämsi Agro OÜ and Bioman Agro OÜ. HTM Grupp OÜ used phosphorus 35.4 kg/ha, Rämsi Agro OÜ 6.6 kg/ha and Bioman OÜ 5.3 kg/ha phosphorus.

Overall potassium balance sheet showed the best to be Helgi ja Pojad OÜ, HTM Grupp OÜ and Bioman Agro OÜ. The enterprise Helgi ja Pojad OÜ used potassium 101 kg/ha, HTM Group OÜ 58 kg/ha and Bioman Agro OÜ used 25.5 kg/ha.

The first place belonged to Helgi ja Pojad OÜ, in both yield and quality. Rämsi Agro followed with 4.8 t/ha and third was HTM Grupp OÜ with 4.2 t/ha. Helgi ja Pojad OÜ used NPK as follows: 36 kg/ha, 7 kg/ha and 101 kg/ha. Last in both in yield (3.9 t/ha) and quality was Bioman Agro OÜ that used NPK in soil as follows: 4 kg/ha, 5.3 kg/ha and 25.5 kg/ha. From that we can conclude that bigger usage of NPK means greater yield.

In conclusion we can deduce that after the harvest, when straw is left on the field, the fertility of winter rape and field pea soil improves, since more nutrients are left in the soil than the harvest removes. Removal of straw has an important role in the amount of fertiliser used. When fertiliser was used to give enough nutrients then the overall balance sheet remained positive.



